ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :
INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :
NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, 200 rue du Chéra — Tél. (041) 52 71 50

DECEMBRE 1974 Mensuel — N° 12 — Maandelijks **DECEMBER 1974**

COMPTE RENDU DE LA CONFERENCE INTERNATIONALE «RADIO : ROUTES, TUNNELS ET MINES»

organisée par l'Institut National des Industries Extractives Liège, 1er au 5 avril 1974

Le compte rendu en langue française de la section « Mines » vient de paraître; il comporte la liste des participants (noms et adresses), les exposés et les discussions. Le nombre de pages s'élève à 200.

Voici la liste des communications :

A. De Greef : Recherches et télécommunications.

J.N. Murphy et H.E. Parkinson : Communications dans la mine. Travaux de recherches et de développement aux U.S.A.

W. Langner : L'appareil radiotéléphonique du « Bergbau-Forschung » pour les travaux du fond. Construction et mise en service.

R. Cougouille, J. Daret et C. Gagniere : Les transmissions radio de la parole dans les houillères françaises.

C.D. Herms : Expériences menées avec des appareils de radiocommunications pour locomotives, des firmes Sel et Funke + Huster.

D.J.R. Martin et R. Webster : L'utilisation de la radio dans les charbonnages du Royaume-Uni.

P. Delogne : Les systèmes INIEX de communication par radio.

J.R. Wait, D.A. Hill et S.F. Mahmoud : Etudes analytiques des ondes électromagnétiques de modes monofilaire et bifilaire dans des tunnels miniers circulaires et rectangulaires.

O. de Crombrugghe : Application de la radio aux Charbonnages de la Campine.

H. Niedballa : Radiocommunications dans les exploitations minières du fond.

B. Cauli, L. Gabriel, A. Lefevre et E. Quittard : Télécommande radio des machines dans les houillères françaises : appareils et résultats d'utilisation.

Les versions anglaise et allemande sont également sorties de presse.

Le compte rendu de la section « Routes et tunnels » est paru; il comporte la liste des participants (noms et adresses), les exposés et les discussions dans la langue originale, ainsi que le résumé dans les langues française, anglaise et allemande. Le nombre de pages s'élève à 230.

Prix pour chaque volume : 500 francs belges.

Ces ouvrages sont en vente auprès de :

INIEX, rue du Chéra, 200 - B - 4000 Liège (Belgique).



ADMINISTRATION DES MINES — BESTUUR VAN HET MIJNWEZEN

Annales des Mines

DE BELGIQUE



Annalen der Mijnen

VAN BELGIE

Direction - Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie - Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, 200 rue du Chéra — Tél. (041) 52 71 50

DECEMBRE 1974 Mensuel — N° 12 — Maandelijks **DECEMBER 1974**



ANNALES DES MINES
DE BELGIQUE

n° 12 — décembre 1974

ANNALEN DER MIJNEN
VAN BELGIE

nr. 12 — december 1974

Dirction-Rédaction :

INSTITUT NATIONAL DES INDUSTRIES EXTRACTIVES

Directie-Redactie :

NATIONAAL INSTITUUT VOOR DE EXTRACTIEBEDRIJVEN

4000 LIEGE, 200, rue du Chéra — TEL. (041) 52 71 50

Sommaire - Inhoud

EDITION - ABONNEMENTS - PUBLICITE - UITGEVERIJ - ABONNEMENTEN - ADVERTENTIES

1050 BRUXELLES • EDITIONS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES • 1050 BRUSSEL

Rue Borrens, 35-43 - Borrensstraat — TEL. 640 10 40

Dépôt légal : D/1974/0168

Wettelijk Depot : D/1974/0168

BASSINS MINIERS / MIJNBEKKENS — Périodes / Perioden	Production nette / Netto produktie t	Consomm. propre et Fournit. au pers. / Eigen verbr. en levering aan het pers.	Stocks / Voorraden t	Jours ouvrés / Gewerkte dagen	PERSONNEL — PERSONEEL: Nombre d'ouv. présents / Aantal aanwezig arb. — Fond / Ondergrond	Fond et surface / Onder- en bovengrond	Indices - Indices: Taille / Pijler	Fond / Ondergrond	Fond et surface / Onder- en bovengrond	Rendement (kg) / Rendement (kg): Fond / Ondergrond	Fond et surface / Onder- en bovengrond	Présences (1) / Aanw. (%): Fond / Ondergrond	Fond et surface / Onder- en bovengrond	Mouvem. main-d'œuvre / Werkkrachten schomm.: Belges / Belgen	Etrangers / Vreemdel.	Total / Totaal	Grisou capté et valorisé / Opgevangen en gevaloriseerd mijngas m³ à 8.500 kcal 0° C - 760 mm Hg
Hainaut - Henegouwen	111.210	9.933	38.917	21	2.745	4.134	0,240	0,551	0,844	1.811	1.185	62,16	68,52	+ 2	— 35	— 33	3.864.367
Liège - Luik	46.415	6.855	67.066	21	1.332	1.992	0,228	0,622	0,938	1.608	1.066	68,56	73,79	— 9	— 13	— 22	
Campine - Kempen	497.100	31.768	86.749	21	9.616	13.375	0,092	0,403	0,564	2.480	1.773	82,43	85,20	+ 43	+ 163	+ 206	1.203.798
Le Royaume - Het Rijk	654.725	48.556	192.732	21	13.693	19.509	0,127	0,444	0,638	2.252²)	1.568²)	76,25	80,02	+ 36	+ 115	+ 151	5.068.165
1974 Août - Augustus	548.497	39.153	197.305	19,05	12.235	17.777	0,125	0,436	0,643	2.292	1.556	81,13	83,91	— 11	— 105	— 116	6.455.798
Juillet - Juli	545.931	30.842	217.242	17,12	12.681	18.069	0,107	0,407	0,594	2.456	1.685	81,55	84,20	+ 18	— 34	— 16	6.819.430
1973 Septembre - September	623.110	61.557	281.414	19,18	15.261	21.709	0,147	0,485	0,699	2.064	1.430	79,11	82,10	— 117	— 119	— 236	2.820.983
1970 M.M.	1.022.392	93.227	214.909	18,80	21.479	30.162	0,157	0,438	0,625	2.284	1.599	83,13	85,37	— 151	— 146	— 297	4.555.460
1968 M.M.	1.233.846	94.468	1.735.082	20,28	30.101	40.787	0,184	0,506	0,705	1.976	1.418	83,55	85,55	— 200	— 315	— 515	5.393.912
1967 M.M.	1.369.570	96.697	2.643.697	20,31	35.131	47.637	0,202	0,541	0,748	1.847	1.336	85,14	86,78	— 208	— 382	— 590	5.886.368
1966 M.M.	1.458.276	104.342	3.045.509	19,72	40.231	54.455	0,219	0,569	0,787	1.758	1.270	85,07	86,66	— 435	— 617	—1052	4.938.413
1964 M.M.	1.775.376	118.885	1.488.665	21,33	50.710	68.032	0,237	0,635	0,866	1.574	1.155	83,71	85,66	— 291	+ 323	+ 32	5.514.722
1962 id.	1.768.804	124.240	1.350.544	21,56	52.028	71.198	0,224	0,610	0,853	1.624	1.156	81,17	83,82	— 411	+ 2	— 409	5.848.183
1960 id.	1.872.443	176.243	6.606.610	20,50	51.143	71.460	0,268	0,700	0,983	1.430	1.018	81,18	83,70	— 753	— 745	—1498	5.702.727
1956 id.	2.455.079	254.456	179.157	23,43	82.537	112.943	0,35	0,86	1,19	1.156	838	84,21	86,29	— 357	— 300	— 657	7.443.776
1948 id.	2.224.261	229.373	840.340	24,42	102.081	145.366	—	1,14	1,64	878	610	—	85,88	—	—	—	—
1938 id.	2.465.404	205.234	2.227.260	24,20	91.945	131.241	—	0,92	1,33	1.085	753	—	—	—	—	—	—
1913 id.	1.903.466	187.143	955.890	24,10	105.921	146.084	—	1,37	1,89	731	528	—	—	—	—	—	—
1974 Semaine du 14-12 au 20-12 / Week van 14-12 tot 20-12	179.595	—	251.385	5	16.618	22.825	—	—	—	2.150	1.569	78,00	81,00	—	—	—	—

N. B. — (1) Uniquement les absences individuelles. — Alléén individuële afwezigheid.
(2) Sans les effectifs de maîtrise et de surveillance : Fond : 2.617 — Fond et surface : 1.781. — Zonder de sterkte van meester- en toezichtspersoneel : Ondergrond : 2.617 — Onder- en bovengrond : 1.781.

BELGIQUE — FOURNITURE DE CHARBONS BELGES AUX DIFFERENTS SECTEURS ECONOMIQUES — SEPTEMBRE 1974
BELGIE — LEVERING VAN BELGISCHE STEENKOLEN AAN DE VERSCHEIDENE ECONOMISCHE SECTORS t — SEPTEMBER 1974

PERIODES / PERIODEN	Foyers domestiques, artisanat, commerce, administrations publiques	Huisbrand, klein-bedrijf, handel, openbare diensten	Cokeries / Cokesfabrieken	Fabriques d'agglomérés / Agglomeratenfabr.	Centrales électr. publiques / Openbare elektr. centrales	Sidérurgie / IJzer- en staalnijverheid	Fabrications métall. / Metaalverwerkende nijverheden	Métaux non ferreux / Non-ferro metalen	Chimie / Chemische nijverh.	Chemins de fer et autres transports / Spoorwegen en ander vervoer	Textiles, habillement, cuir / Textiel, kleding, leder	Denr. alim., bois-sons, tabacs / Voedingswaren, dranken, tabak	Produits minéraux non métalliques	Niet metalen delfstoffen	Pâtes à papier, papier / Papierpulp, papier	Industries diverses / Allerlei nijverheidstakken	Exportations / Uitvoer	Total du mois / Tot. v. d. maand
1974 Septembre - September		46.706	399.108	23.310	84.566	6.394	906	2.878	9	1.280	171	185		2.002	—	1.772	26.610	595.897
Août - Augustus		38.967	353.139	18.606	68.310	4.007	1.132	3.670	25	586	23	1.263		1.659	—	255	23.755	516.090
Juillet - Juli		27.479	388.456	9.035	63.565	2.212	205	2.269	—	754	62	356		656	—	490	20.359	515.878
1973 Septembre - September		48.503	369.930	19.528	108.880	2.703	1.681	2.297	52	1.424	119	2.262		3.290	—	1.234	28.478	590.381
1970 M.M.		112.550	464.180	54.101	18.468	11.596	19.132	10.100	425	2.370	388	4.161		6.725	4.191	4.359	44.102	925.190
1969 M.M.		132.890	519.889	51.651	271.629	13.387	2.502	12.188	374	2.630	521	5.564		9.328	4.790	3.035	74.823	1.105.199
1968 M.M.		166.544	510.582	63.687	316.154	10.976	2.595	10.189	1.129	3.241	588	6.703		11.598	4.382	3.566	95.376	1.207.310
1967 M.M.		179.557	511.078	66.778	322.824	12.848	3.358	12.199	1.900	3.861	1.033	5.946		17.630	4.454	4.134	125.871	1.273.471
		(2)												(3)				
1966 M.M.	174.956	12.534	466.091	76.426	334.405	13.655	4.498	15.851	6.366	7.955	1.286	5.496	15.996	11.063	5.558	14.288	99.225	1.265.649
1964 M.M.	217.027	14.940	526.285	112.413	294.529	8.904	7.293	21.429	13.140	23.176	2.062	13.632	22.867	57.211	10.527	15.150	169.731	1.530.316
1962 M.M.	278.231	13.871	597.719	123.810	341.233	8.112	10.370	21.796	23.376	45.843	3.686	17.082	26.857	65.031	13.549	20.128	223.832	1.834.526
1960 M.M	266.847	12.607	619.271	84.395	308.910	11.381	8.089	28.924	18.914	61.567	6.347	20.418	38.216	58.840	14.918	21.416	189.581	1.770.641
1956 M.M.	420.304	15.619	599.722	139.111	256.063	20.769	12.197	40.601	41.216	91.661	13.082	30.868	64.446	71.682	20.835	32.328(1)	353.828	2.224.332
1952 M.M.	480.657	14.102	708.921 (1)		275.218	34.685	16.683	30.235	37.364	123.398	17.838	26.645	63.591	81.997	15.475	60.800	209.060	2.196.669

N. B. — (1) Y compris le charbon fourni aux usines à gaz. — Daarin begrepen de aan de gasfabrieken geleverde steenkolen.
(2) Fourniture aux administrations publiques. — Levering aan de openbare diensten.
(3) Fourniture aux cimenteries. — Levering aan de cementfabrieken.

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Fours en activité - Ovens in werking: Batteries Batterijen	Fours Ovens	Charbon - Steenkolen (t) Reçu - Ontv.: Belge Inheemse	Etranger Uitheemse	Enfourné In de oven geladen	Huiles combustibles Stookolie (t)	COKE - COKES (t) Production - Produktie: Gros coke Dikke cokes > 80 mm	Autres Andere	Total Totaal	Consomm. propre Eigen verbruik	Livr. au personnel Levering aan pers.	Débit - Afzet: Sect. domest., artisanat et admin. publ. - Huis. sektor, kleinbedrijf en openb. diensten		Sidérurgie IJzer- en staalnijverheid	Centr. électr. publiques Openb. elektr. centrales	Transports Vervoer	Autres secteurs Andere sektors	Exportation Uitvoer	Total Totaal	Stock fin de mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeid.
Gras A et B . . .																					
Vetkool A en B . .			384.443	504.123	830.180																
Autres - Andere . .			8.507	10.797	24.950																
Le Royaume - Het Rijk	45	1.472	392.950	514.920	855.130		546.291	110.826	657.117	5	969		4.327	548.418	6	111	17.673	38.286	608.821	262.045	3.188
1974 Août - August.	45	1.472	356.060	478.309	878.602		563.341	114.957	678.298	3	739		6.725	566.787	15	64	14.839	27.177	615.607	210.072	3.255
Juillet - Juli. .	45	1.488	381.630	679.508	892.669		570.463	123.078	693.541	4	494		2.289	605.780	—	89	15.827	41.883	665.868	138.481	3.234
1973 Sept. - Sept. .	45	1.489	370.858	370.446	745.928		483.165	104.391	587.736	5	685		3.616	482.158	35	516	21.987	38.817	547.129	280.134	3.091
1970 M.M. . . .	42	1.378	471.981	335.828	771.875	(4)	483.060	110.208	593.267	196	2.830		6.162	486.084	39	1.176	41.698	50.362	585.521	688.236	3.041
1969 M.M. . . .	41	1.379	515.282	266.488	781.952	(4)	503.144	100.930	604.075	367	3.066		9.084	513.846	21	903	39.480	40.250	563.335	82.874	3.039
1968 M.M.	43	1.431	510.733	269.531	785.596	(4)	494.007	109.853	603.590	282	3.397		11.318	493.621	29	1.186	40.536	55.880	502.570	118.142	3.165
1967 M.M. . . .	43	1.442	501.276	247.575	744.976	1.210	463.687	107.755	571.442	466	4.173		10.678	454.308	362	928	41.099	64.028	571.403	132.940	3.289
												(2)	(3)								
1966 M.M.	46	1.500	465.298	283.631	757.663	1.468	461.970	118.145	580.115	1.306	5.142	11.595	1.342	442.680	117	1.010	44.278	66.884	567.906	188.726	3.524
1964 M.M.	49	1.581	520.196	283.612	805.311	840	485.178	131.291	616.429	1.759	5.640	13.562	1.833	483.554	83	1.209	48.159	59.535	607.935	161.531	3.998
1962 M.M.	43	1.439	581.012	198.200	778.073	951	481.665	117.920	599.585	6.159	5.542	14.405	2.342	473.803	159	1.362	46.384	73.450	591.905	217.789	4.310
1960 M.M.	51	1.668	614.508	198.909	811.811	23.059(1)	502.323	124.770	627.093	7.803	5.048	12.564	2.973	468.291	612	1.234	49.007	82.218	616.899	269.877	3.821
1956 M.M.	44	1.530	601.931	196.725	784.875	10.068(1)	492.676	113.195	605.871	7.228	5.154	15.538	5.003	433.510	1.918	2.200	56.636	76.198	591.308	87.208	4.137
1948 M.M.	47	1.510	454.585	157.180	611.765	—	373.488	95.619	469.107	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.463
1938 M.M.	56	1.669	399.063	158.763	557.826	—	—	—	366.543	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.120
1913 M.M.	—	2.898	233.858	149.621	383.479	—	—	—	293.583	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4.229

N.B. — (1) En hl. - In hl. — (2) Secteur domestique et artisanat - Huisbrand en kleinbedrijf. — (3) Administrations publiques - Openbare diensten. — (4) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

BELGIQUE COKERIES
BELGIE COKESFABRIEKEN

GENRE PERIODE / AARD PERIODE	Gaz - Gas 1.000 m³, 4.250 kcal, 0° C, 760 mm Hg: Production Produktie	Consomm. propre Eigen verbruik	Débit - Afzet: Synthèse Ammon. fabr.	Sidérurgie Staalnijverh.	Autres indus. Andere bedr.	Centrales élec. Elek. centrales	Sous-produits Bijprodukten (t): Goudron brut Ruwe teer	Ammoniaque Ammoniak	Benzol
Gaz de fours - Hoogovengas. .	288.291	129.309	15.565	81.003	9.635	52.774	—	—	—
Autres - Andere	—	17.573	—	6.389	—	—	—	—	—
Le Royaume - Het Rijk . . .	288.291	146.882	15.565	87.392	9.635	52.774	23.719	4.426	4.840
1974 Août - Augustus	293.668	149.024	17.291	85.645	7.740	56.661	23.511	4.517	4.563
Juillet - Juli	328.966	150.512	11.321	101.352	8.424	57.229	23.814	4.356	4.617
1973 Septembre - September. .	255.339	132.629	10.426	72.568	12.641	52.595	20.260	3.698	3.580
1970 M.M.	264.156	132.455	19.397	80.926			19.471	3.995	4.586
1969 M.M.	266.093	131.627	22.652	83.604			20.527	5.141	5.366
1968 M.M	273.366	131.861	32.096	81.331			21.841	5.874	5.567
1967 M.M.	260.580	122.916	36.041	78.819			21.176	6.229	4.923
1966 M.M.	262.398	124.317	47.994	71.338			21.297	6.415	5.053
1964 M.M.	282.815	132.949	75.748	69.988			23.552	6.764	5.470
1962 M.M.	280.103	128.325	69.423	17.162			23.044	6.891	5.239
1960 M.M.	283.038	133.434	80.645	64.116			22.833	7.043	5.870
1956 M.M.	267.439	132.244	78.704	56.854			20.628	7.064	5.569
1948 M.M.	105.334	—	—	—			16.053	5.624	4.978
1938 M.M.	75.334	—	—	—			14.172	5.186	4.636

FABRIQUES D'AGGLOMERES SEPTEMBRE 1974
AGGLOMERATENFABRIEKEN SEPTEMBER 1974

PERIODE / PERIODE	Production - Produktie (t): Boulets Eierkolen	Briquettes Briketten	Total Totaal	Consommation propre Eigen verbruik (t)	Livraison au personnel Lever. aan het personeel (t)	Mat. prem. Grondstoffen (t): Charbon Steenkool	Brai Pek	Ventes et cessions Verkocht en afgestaan (t)	Stock fin du mois Voorraad einde maand (t)	Ouvriers occupés Tewerkgestelde arbeid.
1974 Sep. - Sep.	28.704	1.080	29.784	423	13.726	26.071	2.338	16.342	2.233	109
Août - Aug.	28.658	780	29.438	481	9.949	23.767	2.086	19.082	2.830	119
Juil. - Juli.	9.894	375	10.269	194	3.121	9.241	1.065	6.873	2.816	128
1973 Sep. - Sep.	23.787	890	24.677	548	9.993	22.619	2.217	16.174	11.510	119
1970 M.M. . . .	59.178	2.920	62.098	2.101	16.990	58.556	4.751	43.469	24.951	230
1969 M.M. . .	62.954	3.165	66.119	2.318	15.132	58.289	5.564	49.335	21.971	268
1968 M.M. . .	64.766	3.820	68.586	3.364	14.784	65.901	5.404	51.061	30.291	316
1967 M.M. . .	67.755	4.632	72.387	4.460	13.382	68.756	5.983	55.594	37.589	438
1966 M.M. . . .	75.315	5.645	80.950	2.316	16.191	78.302	6.329	65.598	48.275	482
1964 M.M. . . .	109.081	10.337	119.418	2.425	17.827	85.138	7.124	70.576	37.623	478
1962 M.M. . . .	119.386	14.134	133.520	2.920	16.708	127.156	10.135	114.940	5.315	577
1960 M.M. . . .	77.240	17.079	94.319	2.282	12.191	84.464	7.060	77.103	32.920	473
1956 M.M. . . .	116.258	35.994	152.252	3.666	12.354	142.121	12.353	133.542	4.684	647
1948 M.M. . . .	27.014	53.384	80.848	—	—	74.702	6.625	—	—	563
1938 M.M. . . .	39.742	102.948	142.690		—	129.797	12.918	—	—	873
1913 M.M. . . .	—	—	217.387		—	197.274	—	—	—	1.911

(1) Chiffres indisponibles — Onbeschikbare cijfers.

BELGIQUE — BRAI — SEPTEMBRE 1974
BELGIE — PEK t — SEPTEMBER 1974

PERIODE	Quantités reçues Ontvangen hoeveelheden: Orig. indig. Inh. oorspr.	Importations Invoer	Total Totaal	Consomm. totale Totaal verbruik	Stock fin du mois Voorr. einde maand	Exportations Uitvoer
1974 Sept. - Sept.	2.260	—	2.260	2.338	2.712	—
Août - Augustus	1.638	44	1.682	2.086	2.790	—
Juillet - Juli	1.092	87	1.179	1.065	3.194	—
1973 Sept. - Sept.	2.201	—	2.201	2.217	5.199	143
1970 M.M.	4.594	168	4.762	4.751	6.530	193
1969 M.M.	5.187	6	5.193	5.564	8.542	—
1968 M.M.	4.739	86	4.825	5.404	14.882	274
1967 M.M.	4.400	40	4.440	5.983	23.403	482
1966 M.M.	4.079	382	4.461	6.329	46.421	398
1964 M.M.	6.515	7.252	13.767	9.410	82.198	1.080
1962 M.M.	8.832	1.310	10.142	10.135	19.963	—
1956 M.M.	7.019	5.040	12.059		51.022	1.281
1952 M.M.	4.624	6.784	11.408	9.971	37.357	2.014

(1) Janvier - Février - Mars - Avril
Januari - Februari - Maart - April

BELGIQUE — METAUX NON-FERREUX — JUILLET 1974
BELGIE — NON FERRO-METALEN — JULI 1974

PERIODE	Produits bruts - Ruwe produkten: Cuivre Koper (t)	Zinc Zink (t)	Plomb Lood (t)	Etain Tin (t)	Alum., Antim., Cadm., etc (t) Alum., Antim., Cadm., enz. (t)	Poussières de zinc (t) Zinkstof (t)	Total Totaal (t)	Argent, or platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Demi-finis - Half. pr.: Mét. préc. etc. Edele metalen uitgezonderd (t)	Argent, or, platine, etc. Zilver, goud, plat., enz. (kg)	Ouvriers occupés Te werk gestelde arbeiders
1974 Juillet - Juli	30.612	25.352	9.175	290	1.071	4.512	71.012	117.563	30.475	2.506	16.434
Juin - Juni	30.650	23.871	10.985	268	1.353	4.471	71.598	147.578	49.909	3.006	16.242
Mai - Mei	29.454	22.804	11.689	380	1.447	4.553	70.327	132.725	50.074	2.981	16.415
1973 Juillet - Juli	31.184	23.514	9.137	431	999	3.683	68.948	71.899	24.684	120	15.197
1970 M.M.	29.423	19.563	3.707	477			62.428	76.259	36.333	3.320	16.689
1969 M.M.	25.077	21.800	9.366	557			57.393	121.561	36.007	2.451	16.462
1968 M.M.	28.409	20.926	9.172	497			59.486	85.340	32.589	1.891	15.881
1967 M.M.	26.489	18.944	8.983	514			55.349	41.518	29.487	1.981	16.330
1966 M.M.	25.286	20.976	7.722	548			55.128	37.580	32.828	2.247	18.038
1964 M.M.	23.844	18.545	6.943	576			50.548	35.308	29.129	1.731	17.510
1962 M.M.	18.453	17.180	7.763	805			44.839	31.947	22.430	1.579	16.461
1956 M.M.	14.072	19.224	8.521	871			43.336	24.496	16.604	1.944	15.919
1952 M.M.	12.035	15.956	6.757	850			36.155	23.833	12.729	2.017	16.227

BELGIQUE-BELGIE — SIDERURG

PRODUCTI

PERIODE PERIODE	Hauts fourneaux en activité Hoogovens in werking	Produits bruts Ruwe produkten: Fonte Gietijzer	Acier en lingots Staalblokken	Acier moulé av. ébard. Gegoten staal voor afboording	Produits demi-finis Half-produkten: Pour relamin. belges Voor Belg. herwalsers	Autres Andere	Aciers marchands Handelsstaal	Profilés Profielstaal	Rails et accessoires Spoorstaven en toebehoren
1974 Septembre - September	38	988.721	1.261.094	7.429	67.235	72.817	243.859	134.642	—
Août - Augustus	38	977.826	1.199.041	6.164	110.415	51.948	218.044	94.324	—
Juillet - Juli	39	1.054.487	1.290.047	3.783	90.053	76.533	195.450	100.998	—
1973 Septembre - September	39	820.627	1.013.981	6.206	72.904	79.590	239.368	127.554	1.431
1970 M.M.	41	895.076	1.050.953	8.875	51.711	77.649	20.684	77.345	3.139
1969 M.M.	42	924.332	1.069.748	(3)	56.695	69.424	217.770	67.378	4.150
1968 M.M.	41	864.209	964.389	(3)	45.488	58.616	202.460	52.360	3.689
1967 M.M.	40	741.832	809.671	(3)	49.253	56.491	180.743	42.667	2.984
1966 M.M.	40	685.805	743.506	(3)	49.224	63.777	167.800	38.642	4.486
1964 M.M.	44	670.548	727.548	(3)	52.380	80.267	174.098	35.953	3.382
1962 M.M.	45	562.378	613.479	4.805	56.034	49.495	172.931	22.572	6.976
1960 M.M.	53	546.061	595.060	5.413	150.669	78.148	146.439	15.324	5.337
1956 M.M.	50	480.840	525.898	5.281	60.829	20.695	153.634	23.973	8.315
				(1)					
1948 M.M.	51	327.416	321.059	2.573	61.951		70.980	39.383	9.853
1938 M.M.	50	202.177	184.369	3.508	37.839		43.200	26.010	9.337
1913 M.M.	54	207.058	200.398	25.363	127.083		51.177	30.219	28.489

(1) Fers finis - Afgewerkt ijzer. — (2) Tubes soudés Gelaste pijpen. — (3) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

IMPORTATIONS-EXPORTATIONS
IN- EN UITVOER

Importations - Invoer (t)

Pays d'origine / Land van herkomst / Période / Periode / Répartition / Verdeling	Charbon / Steenkolen	Coke / Cokes	Agglomérés / Agglomeraten	Lignite / Bruikolen
C.E.C.A. - E.G.K.S.				
Allem. Occ. - W. Duitsl.	352.881	33.587	5.698	2.067
France - Frankrijk	9.034	31.512	—	—
Pays-Bas - Nederland	18.224	20.646	54	—
Roy. Uni - Veren. Koninkrijk.	25.259	9.894	—	—
Total - Totaal	405.398	95.639	5.752	2.067
PAYS TIERS - DERDE LANDEN				
E.U.A. - V.S.A.	265.109	—	—	—
URSS - USSR	38.613	—	—	—
Pologne - Polen	172.279	—	—	—
Australie - Australië	98.195	—	—	—
Tchécoslovaquie - Jsjechoslovakije	2.915	—	—	—
Divers - Allerlei	4.199	—	—	—
Total - Totaal	581.310	—	—	—
Ens. Sept. - 1974 Samen Sept.	986.708	95.639	5.752	2.067
1974 Août - Augustus	738.737	117.358	5.691	2.853
Juillet - Juli	979.776	140.183	7.005	2.458
1973 Septembre - September.	523.718	77.132	10.346	1.738
Repartition - Verdeling :				
1) Sect. dom. - Huisel. sektor.	157.028	1.058	3.191	2.067
2) Sect. ind. - Nijverheidssekt.	800.593	93.660	2.561	—
3) Réexportation - Wederuit.	5.005	—	—	—
4) Mouv. stocks - Schom. voor.	+ 3.839	+ 921	—	—

Exportations - Uitvoer (t)

Destination / Land van bestemming	Charbons / Steenkolen	Cokes / Cokes	Agglomérés / Agglomeraten
CECA - EGKS			
Allemagne Occ. - W. Duitsl.	20.242	3.687	—
France - Frankrijk	4.960	13.529	1.758
Luxembourg - Luxemburg	51	7.342	—
Pays-Bas - Nederland	1.357	3.143	—
Roy. Uni - Veren. koninkrijk.	—	17	—
Total - Totaal	26.610	27.718	1.758
PAYS TIERS - DERDE LANDEN			
Espagne - Spanje	—	1.900	—
Finlande - Finland	—	1.066	—
Suède - Zweden	—	4.453	—
Suisse - Zwitserland	—	1.357	75
Divers - Allerlei	—	1.792	—
Total - Totaal	—	10.568	75
Ens. Sept. - 1974 Samen Sept.	26.610	38.286	1.833
1974 Août - Augustus	23.750	27.177	1.687
Juillet - Juli	20.359	41.883	619
1973 Septembre - September.	28.478	38.817	3.198

R- EN STAALNIJVERHEID

SEPTEMBRE-SEPTEMBER 1974

DUCTIE t

Fil machine / Walsdraad	Tôles fortes / Dikke platen ≥ 4,76 mm	Tôles moyennes / Middeldikke platen 3 à 4,75 mm / 3 tot 4,75 mm	Larges plats / Universel staal	Tôles fines noires / Dunne platen niet bekleed	Feuillards bandes à tubes / Bandstaal / Banden v. buizenstrip	Ronds et carrés pour tubes / Rond en vierkant staafmat. voor buizen	Divers / Allerlei	Total des produits finis / Totaal der afgewerkte produkten	Produits finals - Verder bew. prod.: Tôles galv., plomb. et étamées / Verzinkte, verlode en vertinde platen	Produits finals - Verder bew. prod.: Tubes d'acier / Stalen buizen	Ouvriers occupés / Tewerkgestelde arbeiders
69.222	180.465	45.655	2.751	322.144	16.488	10.371	2.874	1.029.471	89.346	26.383	53.148
50.794	173.571	51.666	816	300.873	10.404	5.800	1.998	908.290	68.687	21.481	52.292
64.743	116.874	46.039	2.805	312.803	21.475	9.700	1.491	372.378	86.982	12.426	52.349
40.065	113.990	49.909	3.369	304.595	16.059	3.036	1.780	900.656	84.736	25.596	51.278
63.481	90.348	50.535	2.430	242.951	30.486	5.515	2.034	774.848	60.660	23.082	50.663
72.736	97.658	59.223	2.105	258.171	32.621	5.377	1.919	819.109	60.141	23.394	48.313
80.861	78.996	37.511	2.469	227.851	30.150	3.990	2.138	722.475	51.339	20.199	47.944
80.132	74.192	27.872	1.358	180.627	30.369	2.887	2.059	625.890	51.289	19.802	48.148
77.133	68.572	25.289	2.073	149.511	32.753	4.409	1.636	572.304	46.916	22.462	49.651
72.171	47.996	19.976	2.693	145.047	31.346	1.181	1.997	535.840	49.268	22.010	53.604
53.288	41.258	7.369	3.526	113.984	26.202	290	3.053	451.448	39.537	18.027	53.066
53.567	41.501	7.593	2.536	90.752	29.323	1.834	2.199	396.405	26.494	15.524	44.810
										(2)	
40.874	53.456	10.211	2.748	61.941	27.959	—	5.747	388.858	23.758	4.410	47.104
28.979	28.786	12.140	2.818	18.194	30.017	—	3.589	255.725	10.992	—	38.431
11.852	16.460	9.084	2.064	14.715	13.958	—	1.421	146.852	—	—	33.024
10.603	19.672	—	—	9.883	—	—	3.530	154.822	—	—	35.300

CARRIERES ET INDUSTRIES CONNEXES
GROEVEN EN AANVERWANTE NIJVERHEDEN

Production Produktie	Unité - Eenheid	Juillet - Juli 1974	Juin - Juni 1974	Juillet - Juli 1973	M.M. 1973
Porphyre - Porfier :					
Moëllons - Breuksteen . .	t	—	—	287	1.080
Concassés - Puin . . .	t	271.649	557.118	354.036	575 858
Petit granit - Hardsteen :					
Extrait - Ruw	m³	13.935	30.123	11.928	248.081
Scié - Gezaagd	m³	3.216	5.860	3.291	5.668
Façonné - Bewerkt . . .	m³	434	991	377	769
Sous-prod. - Bijprodukten	m³	10.736	24.856	9.582	19.321
Marbre - Marmer :					
Blocs équarris - Blokken .	m³	179	191	164	286
Tranches - Platen (20 mm)	m²	6.715	23.015	8.577	22.055
Moëllons et concassés - Breuksteen en puin . . .	t	166	751	313	888
Bimbeloterie - Snuisterijen	kg	(c)	(c)	(c)	(c)
Grès - Zandsteen :					
Moëllons bruts - Breukst.	t	31.534	64.701	28.680	30.514
Concassés - Puin . . .	t	84.648	175.036	83.544	147.962
Pavés et mosaïques - Straatsteen en mozaïek .	t	319	19	50	63
Divers taillés - Diverse .	t	2.209	4.967	2.289	3.774
Sable - Zand :					
pr. métall. - vr. metaaln.	t	105.952	120.216	102.938	113.233
pr. verrerie - vr. glasfabr.	t	154.682	162.066	157.854	147.200
pr. constr. - vr. bouwbedr.	t	649.856	1.081.157	522.634	798.801
Divers - Allerlei . . .	t	171.157	335.072	168.508	205.685
Ardoise - Leisteen :					
Pr. toitures - Dakleien .	t	80	150	94	166
Schiste ard. - Leisteen .	t	62	103	94	184
Coticule - Slijpstenen . .	kg	(c)	(c)	(c)	1.329

Production - Produktie	Unité - Eenheid	Juillet - Juli 1974	Juin - Juni 1974	Juillet - Juli 1973	M.M. 1973
Produits de dragage - Prod. v. baggermolens :					
Gravier - Grind . .	t	324.522	610.884	301.693	517.883
Sable - Zand . . .	t	57.276	100.949	42.007	58.390
Calcaires - Kalksteen . .	t	1.782.051	2.116.250	1.610.255	1.994.787
Chaux - Kalk	t	248.911	267.646	228.926	258.083
Carbonates naturels - Natuurcarbonaat . . .	t	60.520	69.397	24.581	33.225
Dolomie - Dolomiet :					
crue - ruwe	t	217.360	219.021	171.775	182.625
frittée - witgegloeide .	t	26.528	29.172	23.631	26.798
Plâtres - Pleisterkalk . .	t	5.146	7.782	4.688	9.503
Agglomérés de plâtre - Pleisterkalkagglomeraten	m²	2.162.998	1.876.807	1.270.648	1.622.458
Silex - Vuursteen :					
broyé - gestampt . .	t	—	354	325	448
pavé - straatsteen . .					
Quartz et Quartzites - Kwarts en Kwartsiet . .	t	—	47.481	27.603	36.166
Argiles - Klei	t	—	15.661	35.754	33.995
Personnel - Personeel :					
Ouvriers occupés - Tewerkgestelde arbeiders		—	8.260	8.532	8.542

(c) Chiffres indisponibles - Onbeschikbare cijfers.

POLLUTION ATMOSPHERIQUE

Aspects scientifiques et techniques de la législation et de la réglementation antipollution

LUCHTVERONTREINIGING

Wetenschappelijke en technische aspecten van de wetgeving en reglementering tegen verontreiniging

J. STASSEN *

RESUME

L'opinion publique prend de plus en plus conscience du fait que « la pollution » menace les fondements mêmes de notre vie.

Il n'y a rien d'étonnant à voir la « protection de l'environnement » prendre une place importante dans les objectifs des gouvernements.

Après avoir tenté de définir quelques critères scientifiques de nocivité pour certains niveaux guides des polluants atmosphériques les plus importants tels que le dioxyde de soufre, les oxydes d'azote, le monoxyde de carbone et les poussières, l'auteur aborde les problèmes techniques posés par l'échantillonnage et l'analyse de ces polluants.

La connaissance de ces critères scientifiques, d'une part, et du niveau de pollution observé dans l'espace et dans le temps, d'autre part, doit permettre la fixation « d'objectifs de qualité » à court, moyen et long terme, ainsi que « des normes » de protection de l'environnement qui constitueront les bases des réglementations à promulguer.

* Inspecteur général des Mines, chargé de cours à l'Université de Liège - 49 rue des Augustins - 4000 Liège.

SAMENVATTING

De openbare mening beseft hoe langer hoe meer dat de « verontreiniging » een bedreiging vormt voor de grondslagen zelf van ons bestaan.

Het is niet te verwonderen dat de bescherming van het leefmilieu een van de voornaamste doelstellingen van de regeringen wordt.

Na enkele wetenschappelijke criteria voor de schadelijkheid van sommige richtniveaus van de voornaamste luchtverontreinigende stoffen zoals zwaveldioxyde, stikstofoxyden, koolmonoxyde en stof te hebben omschreven, handelt de auteur over de technische problemen in verband met de bemonstering en de analyse van deze verontreinigende stoffen.

Dank zij de kennis van deze wetenschappelijke criteria eensdeels en van het in de ruimte en in de tijd waargenomen niveau van verontreiniging anderdeels, moet het mogelijk zijn « kwaliteitsoogmerken » op korte, halflange en lange termijn en « normen » voor de bescherming van het leefmilieu vast te stellen, die de grondslagen van de uit te vaardigen reglementeringen zullen uitmaken.

* Inspecteur-Generaal der Mijnen. - Docent aan de Universiteit van Luik - 49 rue des Augustins - 4000 Liège.

Pour accomplir une mission d'une telle ampleur, il importe de disposer d'un réseau de surveillance de la pollution de l'air qui permette de réaliser une véritable gestion de l'air dans l'espace et dans le temps.

La prévention de la pollution atmosphérique engendrée par les installations industrielles de combustion est ensuite abordée. Après avoir examiné la teneur en soufre des combustibles liquides et après avoir comparé les émissions soufrées aux nuisances engendrées, des propositions de réduction, de dispersion et de surveillance de ces émissions sont présentées tant pour les centrales électriques thermiques classiques que pour les autres installations de combustion.

La préparation de tels règlements ne peut se faire sans avoir minutieusement mesuré les conséquences des décisions à prendre et elle ne peut aborder tous les problèmes à la fois. La réglementation devra donc être en perpétuelle évolution.

Om een taak van een dergelijke omvang tot een goed einde te brengen, dient men te beschikken over een toezichtsnet op de luchtverontreiniging, dat toelaat een echt beheer van de lucht in de ruimte en in de tijd te voeren.

Vervolgens handelt de auteur over de door industriële verbrandingsinstallaties verwekte luchtverontreiniging. Na het zwavelgehalte van de vloeibare brandstoffen te hebben onderzocht en het verband tussen de zwavelemissies en de verwekte hinder te hebben gelegd, doet de auteur voorstellen om die emissies te verminderen, te spreiden en te meten, eerst voor de klassieke thermische elektrische centrales en vervolgens voor de andere verbrandingsinstallaties.

De voorbereiding van zulke reglementen vereist een nauwkeurige afweging van de gevolgen van de voorgenomen beslissingen. Ook kunnen niet alle problemen tegelijk opgelost worden. Bijgevolg zal de reglementering een voortdurende ontwikkeling doormaken.

ZUSAMMENFASSUNG

Die öffentliche Meinung wird sich zunehmend stärker der Tatsache bewusst, dass « die Verschmutzung » zu einer wirklichen Bedrohung unserer Lebensgrundlagen ausartet.

Deshalb ist auch niemand überrascht, dass der « Umweltschutz » einen wichtigen Rang bei den Zielsetzungen der Regierungen einnimmt.

Nach dem Versuch einer begrifflichen Bestimmung einiger wissenschaftlicher Kriterien der Schädlichkeit bei bestimmten Richtstufen für die wichtigsten Luftverschmutzer wie Schwefeldioxyd, Stickstoffoxyde, Kohlenmonoxyd und Staub, befasst sich der Autor mit den technischen Problemen beim Probenehmen und bei der Analyse dieser Verschmutzer.

Durch die Kenntnis dieser wissenschaftlichen Kriterien, einerseits, sowie der in räumlicher und zeitlicher Hinsicht beobachteten Verschmutzungsstufe, andererseits, müsste die Möglichkeit gegeben sein, kurz-, mittel- und langfristige « Zielsetzungen in bezug auf Qualität » sowie « Umweltschutznormen » festzulegen, die als Grundlagen der einzuführenden Bestimmungen dienen würden.

Zur Bewältigung einer Aufgabe dieser Grössenordnung ist die Verfügbarkeit eines Überwachungssystems der Luftverschmutzung erforderlich, mit dem eine echte Kontrolle der Luftverhältnisse in räumlicher und zeitlicher Beziehung herbeigeführt werden kann.

Anschliessend wird das Thema der Vorbeugung in bezug auf die Luftverschmutzung behandelt, welche von industriellen Verbrennungsanlagen hervorgerufen worden ist. Nach einer Untersuchung des Schwefelgehalts flüssiger Brennstoffe und nach

SUMMARY

Public opinion is becoming increasingly aware of the fact that « pollution » is threatening the very basis of our life.

It is therefore not surprising that environmental protection has become an important element in the aims of all national governments.

Having suggested various scientific nuisance criteria to serve as guide levels for the major atmospheric pollutants such as sulphur dioxide, the oxides of nitrogen, carbon monoxide and dust, the author deals with the problems arising in connection with the sampling and analysis of these polluting substances.

Two factors – the knowledge of the scientific criteria of assessment, and of the level of pollution recorded in space and in time — enable us to lay down « quality targets » for the short, medium and long term, and to formulate « standards » of environmental protection which can serve as the basis for future regulations and laws.

To accomplish a task of this magnitude, we must have at our disposal a system for monitoring atmospheric pollution on which to base a genuine « management control » over the atmosphere in space and in time.

The prevention of atmospheric pollution emanating from industrial combustion installations is then discussed. Having examined the sulphur content of liquid fuels, and having compared the sulphur-containing emissions with the nuisance caused,

einem Vergleich der schwefelhaltigen Emittierungen mit den hervorgerufenen Unannehmlichkeiten, werden Vorschläge zur Verringerung, zur Zerstreuung und Überwachung dieser Emittierungen sowohl für konventionelle Wärmekraftwerke als auch für andere Verbrennungsanlagen unterbreitet.

Die Ausarbeitung solcher Bestimmungen ist undurchführbar ohne vorhergehende und eingehende Ermittlung der Konsequenzen der zu treffenden Entscheidungen, wobei ausserdem nicht alle Fragen zugleich angeschnitten werden können. Bestimmungen in diesem Bereich müssen also einer ständigen Weiterentwicklung unterworfen bleiben.

the author submits proposals for reducing, dispersing and monitoring these emissions, both for conventional thermal power stations and for other combustion plants.

The preparation of the relevant legislation cannot be made without very precise and detailed studies of the consequences of the decisions to be taken, and it is impossible for the regulations to cover all the problems simultaneously. In consequence, the legislation will need to be continually up-dated.

SOMMAIRE

INHOUD

1. INTRODUCTION

L'opinion publique prenant de plus en plus conscience du fait que la pollution menace les fondements mêmes de notre vie, la protection de l'environnement devient tout naturellement un des objectifs fondamentaux des politiques économiques et sociales des gouvernements.

Lors d'une conférence au sommet des 19 et 20 octobre 1972, les chefs d'Etat ou de gouvernement ont souligné l'importance d'une politique de l'environnement dans la Communauté Européenne.

Aux termes de l'article 2 du Traité qui l'institue, la Communauté Economique Européenne a notamment pour mission de promouvoir le développement harmonieux des activités économiques dans l'ensemble de la Communauté et une expansion continue et équilibrée, ce qui ne peut se concevoir désormais sans une lutte efficace contre les pollutions et nuisances ni sans l'amélioration de la qualité de la vie et de la protection du milieu. Dès lors la Communauté a pour objectif notamment de mettre en œuvre une politique communautaire de l'environnement.

Une politique efficace de l'environnement ne saurait se passer de l'aide de la science et de la technique.

Elle doit en particulier viser à prévenir, réduire et, dans la mesure du possible, supprimer les pollutions et nuisances.

Les mesures concrètes destinées à protéger l'homme et son environnement contre les pollutions et nuisances qui l'assaillent doivent pouvoir s'appuyer sur une analyse objective des faits et sur des études faisant apparaître les diverses conséquences que peut comporter, sur le plan écologique et sur le plan économique et social, le choix d'une mesure déterminée.

L'étude des problèmes posés par la lutte contre la pollution conduit à constater aujourd'hui l'existence de nombreuses lacunes : lacunes dans les connaissances scientifiques, lacunes dans les méthodes d'analyse et de mesure, lacunes dans les connaissances économiques notamment en ce qui concerne le coût des dommages causés par la pollution et celui des mesures destinées à la combattre, lacunes enfin au niveau des données statistiques.

Malgré toutes ces lacunes, voyons le cheminement qu'il importe de suivre pour aborder quelques problèmes et tenter de les résoudre.

Nous nous limiterons ici volontairement à certains problèmes industriels de lutte contre la pollution de l'air.

1. INLEIDING

Nu de openbare mening hoe langer hoe meer beseft dat de verontreiniging een bedreiging vormt voor de grondslagen van ons bestaan, wordt de bescherming van het leefmilieu natuurlijk één van de voornaamste oogmerken van het economisch en sociaal beleid van de regeringen.

Tijdens een topconferentie van 19 en 20 oktober 1972 hebben de Staats- of Regeringshoofden gewezen op het belang van een beleid op het gebied van het leefmilieu in de Europese Gemeenschap.

Volgens artikel 2 van het Stichtingsverdrag heeft de Europese Economische Gemeenschap onder meer tot taak de harmonische ontwikkeling van de economische bedrijvigheid in geheel de Gemeenschap en een voortdurende en evenwichtige expansie te bevorderen, wat voortaan ondenkbaar is zonder een verbetering van de kwaliteit van het leven en de bescherming van het leefmilieu. Bijgevolg is het een van de doelstellingen van de Gemeenschap een gemeenschappelijk beleid voor het leefmilieu uit te stippelen.

Een doeltreffend beleid op het gebied van het leefmilieu is ondenkbaar zonder de hulp van de wetenschap en de techniek.

Het moet er in de eerste plaats naar streven alle vormen van verontreiniging en hinder te voorkomen, te verminderen en zo veel mogelijk uit te schakelen.

De concrete maatregelen die de mens en het leefmilieu moeten beschermen tegen de verontreiniging en hinder die hem bedreigen moeten kunnen steunen op een objektieve ontleding van de feiten en op studies waarin de verschillende gevolgen die de keuze van een bepaalde maatregel op ecologisch en op economisch en sociaal vlak kan hebben, in het licht gesteld worden.

Als men de problemen in verband met de bestrijding van de verontreiniging bestudeert, stelt men thans heel wat leemten vast : leemten in de wetenschappelijke kennis, leemten in de analyse- en meetmethodes, leemten in de economische kennis, meer bepaald wat de kosten van de door verontreiniging veroorzaakte schade en van de maatregelen om de verontreiniging te bestrijden betreft, en ten slotte leemten inzake statistische gegevens.

Ondanks al deze leemten willen wij de weg aanduiden die moet gevolgd worden om enkele problemen aan te pakken en er een oplossing voor te vinden.

Wij zullen ons in deze studie vrijwillig beperken tot bepaalde industriële problemen op het gebied van de bestrijding van de luchtverontreiniging.

2. CRITERES SCIENTIFIQUES DE NOCIVITE

2.1. Définition

En tout premier lieu, il convient d'établir les « critères » scientifiques de nocivité pour les principaux polluants de l'air.

Par le terme « critère » nous désignons, comme l'a proposé le Conseil des Communautés Européennes dans sa déclaration du 22 novembre 1973, la relation entre l'exposition d'une cible à une pollution ou nuisance et/ou l'ampleur de l'effet défavorable ou indésirable qui en résulterait dans des circonstances données.

La « cible » désigne l'être humain ou tout élément ou composante du milieu effectivement ou virtuellement « exposé » à une pollution ou nuisance.

« L'exposition » d'une cible, envisagée dans cette relation, devrait être exprimée sous la forme de valeurs numériques de concentration, d'intensité, de durée ou de fréquence.

Le « risque » est la probabilité d'apparition d'effets défavorables ou indésirables résultant d'une exposition donnée à un ou plusieurs polluants ou nuisances pris isolément ou en combinaison.

« L'effet défavorable ou indésirable », envisagé dans cette relation peut être une action directe ou indirecte, immédiate ou tardive, simple ou combinée sur la cible.

Le risque et l'ampleur de cet effet devraient, chaque fois que possible, être exprimés en termes quantitatifs.

2.2. Le dioxyde de soufre

Le dioxyde de soufre (SO_2) est le produit normal de l'oxydation du soufre contenu dans les combustibles.

Il forme des aérosols toxiques d'acide sulfurique par oxydation dans l'air humide.

Il est facilement absorbé par la végétation, le sol et les eaux de surface.

Il accélère la détérioration des matériaux.

Dès juillet 1972, la Commission des Communautés Européennes a présenté au Conseil quelques critères et niveaux-guides pour le dioxyde de soufre. Ces critères reprenaient les effets sur la santé, sur la végétation, sur la visibilité et l'ensoleillement et sur les matériaux :

2. WETENSCHAPPELIJKE SCHADELIJKHEIDSCRITERIA

2.1. Definitie

In de eerste plaats dienen wetenschappelijke schadelijksheidscriteria te worden vastgesteld voor de voornaamste luchtverontreinigende stoffen.

Zoals de Raad van de Europese Gemeenschappen in zijn verklaring van 22 november 1973 voorgesteld heeft, verstaan wij onder « criterium » het verband tussen de blootstelling van een doelwit aan verontreiniging of hinder en/of de omvang van de ongunstige of onwenselijke gevolgen die er in de gegeven omstandigheden zouden uit voortspruiten.

Onder « doelwit » verstaat men de mens of ieder element of bestanddeel van het milieu dat daadwerkelijk of virtueel aan verontreiniging of hinder wordt « blootgesteld ».

Aldus beschouwd zou de « blootstelling » van een doelwit moeten uitgedrukt worden in de vorm van numerieke waarden van concentratie, intensiteit, duur of frekwentie.

Het « risico » is de kans dat zich ongunstige of onwenselijke gevolgen voordoen wegens een gegeven blootstelling aan één of meer verontreinigende stoffen of vormen van hinder, afzonderlijk of samen genomen.

In de beschouwde betrekking kunnen de « ongunstige of onwenselijke gevolgen » een rechtstreekse of onrechtstreekse, onmiddellijke of latere, enkelvoudige of gecombineerde inwerking op het doelwit zijn.

Het risico en de omvang van die gevolgen zouden, telkens wanneer het mogelijk is, in hoeveelheden moeten uitgedrukt worden,

2.2. Zwaveldioxyde

Zwaveldioxyde (SO_2) is het normaal produkt van de oxydatie van de in de brandstoffen vervatte zwavel.

Door oxydatie in vochtige lucht vormt het giftige aerosols van zwavelzuur.

Het wordt gemakkelijk opgenomen door de planten, de grond en het oppervlaktewater.

De verwering van de materialen wordt erdoor bespoedigd. In juli 1972 heeft de Commissie van de Europese Gemeenschappen aan de Raad enkele criteria en richtniveaus voor zwaveldioxyde voorgelegd. In die criteria werd rekening gehouden met de gevolgen voor de gezondheid, voor de plantengroei, voor de zichtbaarheid en de zonneschijn en voor de materialen.

Exposition	*Effets sur la santé*
1000 $\mu g/m^3$ pendant 1 h ou	Augmentation de la sévérité des maladies respiratoires (NL)
350 $\mu g/m^3$ pendant 24 h	Augmentation du taux de mortalité quotidien (U.S.A.)
715 $\mu g/m^3$ pendant 24 h + 750 $\mu g/m^3$ fumées	Augmentation de l'absentéisme au travail (U.S.A.)
500 $\mu g/m^3$ pendant 24 h + peu de poussières	Augmentation de la mortalité (Japon)
>280 $\mu g/m^3$ pendant 24 h	
Exposition	*Effets sur la végétation*
420 $\mu g/m^3$	Limite de tolérance pour les plantes
Exposition	*Effets sur la visibilité et l'ensoleillement*
Moyenne de 285 $\mu g/m^3$ + 280 $\mu g/m^3$ de poussière + 50 % d'humidité relative	Réduction de la visibilité à 8 km (U.S.A.)
Exposition	*Effets sur les matériaux*
Moyenne de 345 $\mu g/m^3$ + beaucoup de poussières	Augmentation de 50 % du taux de corrosion des panneaux d'acier (U.S.A.)

Blootstelling	*Gevolgen voor de gezondheid*
1000 $\mu g/m^3$ gedurende 1 u of	Verergering van de ademhalingsziekten (NL)
350 $\mu g/m^3$ gedurende 24 u	
715 $\mu g/m^3$ gedurende 24 u + 750 $\mu g/m^3$ rook	Stijging van het sterftecijfer per dag (U.S.A.)
500 $\mu g/m^3$ gedurende 24 u + weinig stof	Stijging van het absenteïsme op het werk (U.S.A.)
>280 $\mu g/m^3$ gedurende 24 u	Stijging van het sterftecijfer (Japan)
Blootstelling	*Gevolgen voor de plantengroei*
420 $\mu g/m^3$	Tolerantiegrens voor de planten
Blootstelling	*Gevolgen voor de zichtbaarheid en de zonneschijn*
Gemiddelde van 285 $\mu g/m^3$ + 280 $\mu g/m^3$ stof + 50 % relatieve vochtigheid	Vermindering van de zichtbaarheid tot 8 km (U.S.A.)
Blootstelling	*Gevolgen voor de materialen*
Gemiddelde van 345 $\mu g/m^3$ + veel stof	Verhoging van het corrosiecijfer van stalen panelen met 50 % (U.S.A.)

Une étude épidémiologique des relations « doses-effets » a été réalisée aux Pays-Bas par Brasser et collaborateurs dont les résultats sont reproduits à la figure 1 - tirée d'un article publié par le Professeur Rondia dans le n° 2 de 1970 de la Revue Universelle des Mines de l'Association des Ingénieurs sortis de l'Université de Liège.

2.3. Les oxydes d'azote

Les oxydes d'azote [le monoxyde d'azote (NO) et le dioxyde d'azote (NO_2)], sont des constituants normaux de l'atmosphère, mais en quantité extrêmement faible (0,01 p.p.m.).

In Nederland hebben Brasser en zijn medewerkers een epidemiologische studie van het verband tussen « dosissen en gevolgen » gemaakt waarvan de uitslagen in fig. 1 opgenomen zijn - een figuur die overgenomen is uit een artikel van Professor Rondia in nr. 2 van 1970 van de « Revue universelle des mines » (Association des Ingénieurs sortis de l'Université de Liège).

2.3. Stikstofoxyden

Stikstofoxyden [stikstofmonoxyde (NO) en stikstofdioxyde (NO_2)] zijn normale bestanddelen van de lucht, maar in uiterst kleine hoeveelheid (0,01 p.p.m.).

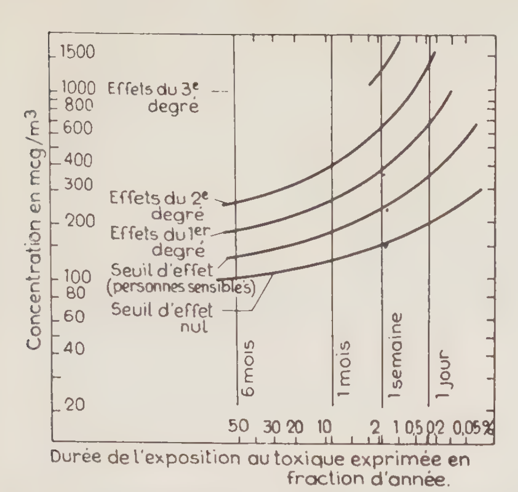


Fig. 1. — Représentation schématique de la relation dose-effet pour l'anhydride sulfureux, d'après diverses enquêtes épidémiologiques (4).

Seuil d'effet nul : limite supérieure des doses (concentration X durée) supposées sans effet.

Seuil d'effet : limite inférieure des doses susceptibles, sur des individus sensibles, de provoquer ou augmenter un trouble fonctionnel.

Effets du 1er au 2e degré : limites inférieures d'effets d'importance croissante, sur des individus sains

Effets du 3e degré : limite inférieure de l'effet immédiat sur les individus sensibles (augmentation du nombre de morts).

Concentration en mcg/m³ = *Concentratie in mcg/m³.*
Durée de l'exposition au toxique exprimée en fraction d'année = *Duur van de blootstelling aan de giftige stof, in fracties van een jaar uitgedrukt.*
6 mois = *6 maanden.*
1 mois = *1 maand.*
1 semaine = *1 week.*
1 jour = *1 dag.*
Effet du 3me degré = *Gevolgen van de 3de graad.*
Effet du 2me degré = *Gevolgen van de 2de graad.*
Effet du 1er degré = *Gevolgen van de 1ste graad.*
Seuil d'effet (personnes sensibles) = *Uitwerkingsgrens (gevoelige personen).*
Seuil d'effet nul = *Grens onbestaande uitwerking.*

Fig. 1. — Schematische voorstelling van het verband tussen dosis en uitwerking voor zwaveldioxyde, volgens verschillende epidemiologische onderzoekingen.

Grens onbestaande uitwerking : *bovenste grens van de zonder uitwerking geachte dosissen (concentratie × duur).*

Uitwerkingsgrens : *onderste grens van de dosissen die bij gevoelige personen een functionele stoornis kunnen verwekken of verergeren.*

Gevolgen van de 1ste tot de 2de graad : *onderste grenzen van gevolgen van toenemende grootte bij gezonde personen.*

Gevolgen van de 3de graad : *onderste grens van onmiddellijk gevolg bij gevoelige personen (stijging van het aantal doden).*

Du fait des activités humaines, les oxydes d'azote ont dans l'air des villes une concentration plus élevée.

Ils proviennent principalement des combustions à haute température tant des moteurs à combustion interne que des fours de traitement thermique divers.

Du point de vue hygiène, les oxydes d'azote ont une toxicité propre très élevée.

La présence dans l'atmosphère de ces oxydes d'azote revêt un caractère important du fait de leur participation à certains phénomènes photochimiques conduisant à la formation de « smog oxydant » comme le smog de Los Angeles.

La détermination des différents oxydes d'azote n'est déjà pas chose aisée, a fortiori est-il encore plus compliqué de vouloir en caractériser les effets sur l'organisme humain.

Door de menselijke activiteiten ligt de concentratie van stikstofoxyden hoger in de steden.

Ze komen hoofdzakelijk voort van verbrandingen op hoge temperatuur, zowel in verbrandingsmotoren als in ovens voor allerhande thermische bewerkingen.

Wat de hygiëne betreft, hebben de stikstofoxyden een hoge giftigheidsgraad.

De aanwezigheid van die stikstofoxyden in de lucht is bijzonder belangrijk omdat ze een rol spelen in sommige fotochemische verschijnselen waarbij « oxyderende smog » gevormd wordt zoals de smog van Los Angeles.

Het bepalen van de verschillende stikstofoxyden is al niet gemakkelijk en a fortiori is het nog veel ingewikkelder de gevolgen voor het menselijk lichaam te willen omschrijven.

2.4. Le monoxyde de carbone

Si l'anhydride carbonique (CO_2) est le signe d'une combustion complète, le monoxyde de carbone (CO) est un gaz toxique produit, soit par les foyers de combustion dans lesquels la réaction de combustion n'est pas complètement réalisée, soit par le gaz d'échappement des véhicules automobiles.

Sa valeur maximale admissible est de 50 p.p.m. dans les ambiances professionnelles (fig. 2). Il s'associe à l'hémoglobine du sang pour donner de la carboxyhémoglobine HbCO.

Selon les U.S.A. il n'y a pas d'effet pour une formation de moins de 1 % de HbCO. Pour les

2.4. Koolmonoxyde

Is kooldioxyde (CO_2) een teken van een volledige verbranding, dan is koolmonoxyde (CO) een giftig gas dat voortgebracht wordt hetzij door verbrandingshaarden waarin de verbranding niet volledig verloopt, hetzij door de uitlaatgassen van autovoertuigen.

In een omgeving waarin een beroep wordt uitgeoefend is de hoogst toelaatbare waarde 50 p.p.m. (fig. 2). Het verbindt zich met de hemoglobine van het bloed en vormt dan carboxyhemoglobine HbCO.

Volgens de U.S.A. heeft de vorming van minder dan 1 % HbCO geen gevolgen. Voor HbCO-

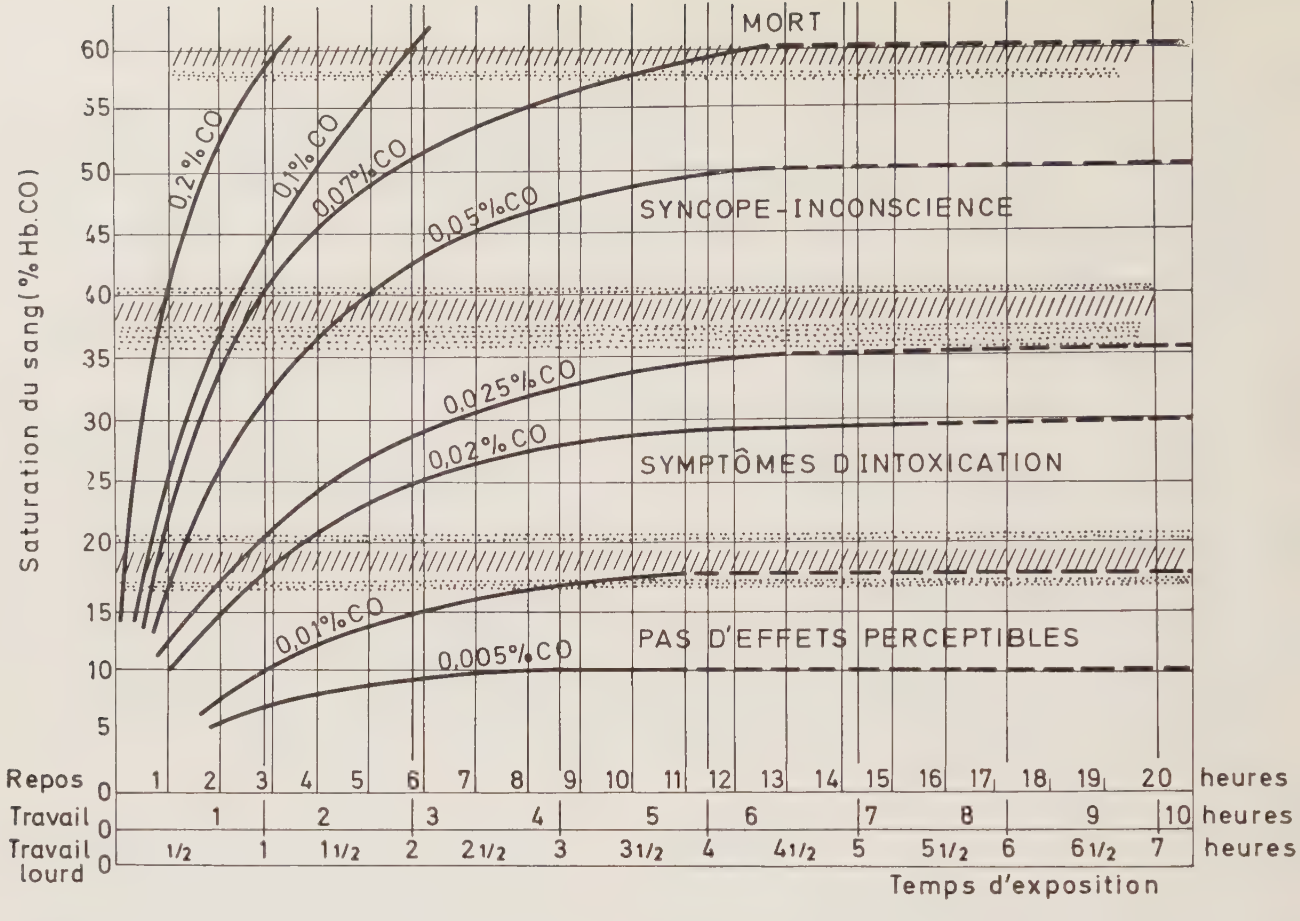


Fig. 2.

Saturation du sang (% Hb CO) en fonction du % de CO et du temps d'exposition.

Verzadiging van het bloed (% Hb CO) in functie van het % CO en van de duur van de blootstelling.

Saturation du sang (% Hb CO) = *Verzadiging van het bloed* (% Hb CO).
Repos = *Rust.*
Travail = *Werk.*
Travail lourd = *Zwaar werk.*

Temps d'exposition — heures = *Duur van de blootstelling — uren.*
Pas d'effet perceptible = *Geen merkbare gevolgen.*
Symptômes d'intoxication = *Symptomen van vergiftiging.*
Syncope — Inconscience = *Bezwijming — Bewusteloosheid.*
Mort = *Dood.*

teneurs en HbCO > 2 %, chez les « non fumeurs », il y aurait à

2,5 % : diminution des notions d'intervalle de temps,
3 % : diminution de l'acuité visuelle,
5 % : diminution des performances aux tests psychomoteurs et des modifications cardio-vasculaires.

Une exposition continue de

35 mg/m³ ou 30 p.p.m. donne 5 % HbCO en 4 h
23 mg/m³ ou 20 p.p.m. donne 3,7 % HbCO en 4 h
12 mg/m³ ou 10 p.p.m. donne 2 % HbCO en 4 h
58 mg/m³ ou 50 p.p.m. donne 2,5 % HbCO en 90 minutes.

La mortalité par infarctus du myocarde peut augmenter par exposition à des concentrations hebdomadaires de 9 à 16 mg/m³ ou 8 à 14 p.p.m.

gehalten > 2 % zouden bij « niet rokers » optreden :

bij 2,5 % : vermindering van het begrip voor tijdruimte,
bij 3 % : vermindering van de gezichtsscherpte,
bij 5 % : vermindering van de prestaties bij psychomotorische tests en wijzigingen aan de hartvaten.

Een voortdurende blootstelling van

35 mg/m³ of 30 p.p.m. geeft 5 % HbCO in 4 uren
23 mg/m³ of 20 p.p.m. geeft 3,7 % HbCO in 4 uren
12 mg/m³ of 10 p.p.m. geeft 2 % HbCO in 4 uren
58 mg/m³ of 50 p.p.m. geeft 2,5 % HbCO in 90 minuten.

De sterfte door infarct van de hartspier kan toenemen door blootstelling aan wekelijkse concentraties van 9 tot 16 mg/m³ of 8 tot 14 p.p.m.

2.5. Les poussières

On distingue ici les fines particules qui restent en suspension dans l'air ou les aérosols et les poussières sédimentables.

Les matières particulaires des basses couches d'atmosphères polluées ont une composition chimique extrêmement complexe.

En plus du carbone, de la suie et des goudrons, on décèle dans la fraction inorganique de nombreux éléments métalliques, tels que le plomb, le mercure, le cadmium, le vanadium, le nickel, le zinc, le manganèse, le cuivre, le fer, le cobalt, l'antimoine, l'arsenic etc.

Les poussières constituent un écran entre les êtres humains et le soleil et ont une répercussion sur l'état de santé des hommes, sur la végétation etc.

L'effet synergétique des fines particules en suspension et du dioxyde de soufre a été suffisamment mis en évidence lors des accidents de pollution de la Vallée de la Meuse en 1930, de Donora aux U.S.A. en 1948 et du « Smog » de Londres pour qu'il ne soit pas nécessaire d'y revenir ici.

* * *

Tout ce qui précède montre combien il est difficile d'établir de parfaits critères scientifiques pour les polluants de l'atmosphère et que les résultats des études et recherches au sujet des critères seront difficilement comparables d'un pays à l'autre tant qu'une harmonisation des méthodes d'évaluation des paramètres décrivant, d'une part, l'exposition et, d'autre part, les effets défavorables ou indésirables n'aura pas été réalisée.

3. ECHANTILLONNAGE ET ANALYSE DES POLLUANTS DE L'AIR

3.1. Généralités

Nous avons vu que, pour définir des « critères » scientifiques, il importe de faire énormément de mesures.

Beaucoup de recherches ont été réalisées au cours de la dernière décennie en vue de constituer un arsenal d'appareils de mesures capables de doser les divers polluants (SO_2, CO, NOx, poussières, fumées, etc.). Cet arsenal est suffisant, semble-t-il, à l'heure actuelle mais la difficulté qui reste à surmonter est d'établir des méthodes normalisées d'échantillonnage et d'analyse des polluants.

On entend par pollution de l'atmosphère, au sens de la loi du 28 décembre 1964 relative à la

2.5. Stof

Hier wordt een onderscheid gemaakt tussen de fijne stofdeeltjes die in de lucht blijven hangen of aërosols en het sedimenteerbare stof.

De kleine stofdeeltjes van de onderste lagen van verontreinigde lucht hebben een uiterst ingewikkelde chemische samenstelling.

Benevens koolstof, roet en teer, treft men in het anorganisch gedeelte tal van metalen aan, zoals lood, kwik, cadmium, vanadium, nikkel, zink, mangaan, koper, ijzer, kobalt, antimoon, arsenicum, enz.

De stofdeeltjes vormen een scherm tussen de mensen en de zon en hebben een weerslag op de gezondheid van de mens, op de plantengroei, enz.

De samengevoegde uitwerking van de zwevende fijne stofdeeltjes en zwaveldioxyde is al voldoende in het licht gesteld bij verontreinigingsongevallen zoals die van de Maasvallei in 1930, van Donora in de U.S.A. in 1948 en de « Smog » van Londen. zodat het niet nodig is er hier op terug te komen.

Uit dit alles blijkt hoe moeilijk het is volmaakte wetenschappelijke criteria vast te stellen voor de verontreinigende stoffen in de lucht en dat de uitslagen van de studies en onderzoekingen betreffende die criteria moeilijk van het ene tot het andere land zullen kunnen vergeleken worden zolang de evaluatiemethodes van de parameters waarmee eensdeels de blootstelling en anderdeels de ongunstige of onwenselijke gevolgen beschreven worden, niet met elkaar te overeenstemming zullen gebracht zijn.

3. BEMONSTERING EN ANALYSE VAN DE LUCHTVERONTREINIGENDE STOFFEN

3.1. Algemeenheden

Om wetenschappelijke « criteria » vast te stellen moeten, zoals we gezien hebben, zeer veel metingen verricht worden.

Tijdens de jongste 10 jaar werden veel onderzoekingen verricht om een hele reeks meetapparaten tot stand te brengen waarmee de verschillende verontreinigende stoffen (SO_2, CO, NO_x, stof, rook, enz.) kunnen gedoseerd worden. Deze reeks toestellen blijkt thans voldoende te zijn, maar een moeilijkheid die nog moet overwonnen worden, is het vaststellen van genormaliseerde methodes voor bemonstering en analyse van de verontreinigende stoffen.

Onder luchtverontreiniging in de zin van de wet van 28 december 1964 betreffende de bestrijding

lutte contre la pollution atmosphérique, toute émission dans l'air, quelle qu'en soit la source, de substances gazeuses, liquides ou solides, susceptibles de porter atteinte à la santé humaine, de nuire aux animaux et aux plantes ou de causer du dommage aux biens et aux sites (art. 2 - loi du 28 décembre 1964).

Quant aux « polluants » de l'air, ce sont les substances solides, liquides ou gazeuses contenues dans l'atmosphère qui, soit ne font pas partie de la composition normale de l'air, soit entrent dans la composition normale de l'air mais sont présentes en quantité anormale (art. 2 - arrêté royal du 26 juillet 1971).

Les sources de pollution des basses couches de l'atmosphère proviennent :

— des rejets industriels,
— des foyers domestiques,
— des véhicules à moteurs,
— des eaux stagnates polluées par les rejets de toutes espèces et
— des produits radio-actifs.

On admet généralement que l'« émission » constitue l'action de rejeter dans l'atmosphère des substances gazeuses, liquides ou solides altérant la composition naturelle de l'atmosphère. Les émissions sont exprimées en mg/Nm^3 de gaz de fumée, gaz d'échappement, vapeur ou air d'échappement lorsqu'il s'agit de mesure de concentration et en kg/h ou g/h lorsqu'il s'agit d'émissions quantitatives par unité de temps.

Enfin, on entend par « immission » les substances polluantes de l'air rencontrées près des domaines d'influence, c'est-à-dire en règle générale à 1,50 m au-dessus du niveau du sol ou à la limite supérieure de la végétation ou encore à 1,50 m de distance de la partie supérieure d'un bâtiment quelconque. Les immissions sont exprimées en général en $\mu g/m^3$ d'air, ou en mg/m^3 d'air ou en cm^3/m^3 d'air (p.p.m.) pour les gaz, ou en nombre de particules/cm^3 d'air pour les poussières en suspension ou en g/m^2-jour ou en mg/m^2-jour pour les poussières sédimentables.

3.2. Le dioxyde de soufre

Il est généralement considéré comme l'un des principaux polluants de l'air ambiant.

Plusieurs auteurs indiquent que le rôle aggravant du dioxyde de soufre sur l'état de santé des patients ayant des maladies pulmonaires est imputable plutôt à son effet synergétique avec des particules en suspension et à l'action de ses dérivés, c'est-à-dire brouillards d'acide sulfurique et sulfates, qu'à son caractère toxique sous forme de gaz sec.

van de luchtverontreiniging, wordt verstaan het in de lucht lozen, ongeacht de oorsprong, van gassen, vloeistoffen of vaste stoffen, die de gezondheid van de mens kunnen aantasten, nadelig kunnen zijn voor dieren en planten of schade kunnen toebrengen aan goederen en aan stads- en natuurschoon (art. 2 - Wet van 28 december 1964).

De « verontreinigende stoffen » van de lucht zijn de in de lucht aanwezige vaste, vloeibare of gasvormige stoffen die hetzij geen deel uitmaken van de normale samenstelling van de lucht, hetzij wel tot haar normale samenstelling behoren maar er in een abnormale hoeveelheid aanwezig zijn (art. 2, K.B. van 26 juli 1971).

De verontreinigingsbronnen van de onderste luchtlagen komen voort :

— van industriële lozingen,
— van kachels voor huishoudelijke verwarming,
— van motorvoertuigen,
— van stilstaand water dat door allerhande lozingen verontreinigd is en
— van radioactieve produkten.

Algemeen wordt aangenomen dat de « emissie » het lozen is van gasvormige, vloeibare of vaste stoffen die de natuurlijke samenstelling van de lucht veranderen. De emissies worden uitgedrukt in mg/Nm^3 rook, uitlaatgas, uitlaatlucht of stoom, wanneer de concentratie moet gemeten worden en in kg/h of g/h wanneer het gaat over kwantitatieve emissies per eenheid van tijd.

Onder « immissie » verstaat men ten slotte de luchtverontreinigende stoffen die in de nabijheid van de invloedsgebieden worden aangetroffen, d.w.z. over 't algemeen op 1,50 m boven de grond of ter hoogte van de bovenste grens van de plantengroei, ofwel op 1 m 50 afstand van de bovenkant van om het even welk gebouw. De immissies worden over 't algemeen uitgedrukt in $\mu g/m^3$ lucht, of in mg/m^3 lucht (p.p.m.) voor de gassen, of in het aantal stofdeeltjes/cm^3 lucht voor zwevend stof of in g/m^2.dag of in mg/m^2.dag voor sedimenteerbaar stof.

3.2. Zwaveldioxyde

Zwaveldioxyde wordt algemeen beschouwd als één van de voornaamste verontreinigende stoffen van de omgevende lucht.

Volgens verscheidene auteurs is de verergerende rol van zwaveldioxyde op de gezondheid van patiënten met longziekten eerder toe te schrijven aan de samengevoegde uitwerking van deze stof en van zwevende stofdeeltjes en aan de inwerkingen van de nevenprodukten van deze stof, zoals nevel van zwavelzuur en sulfaten, en niet zo zeer aan de giftigheid ervan in de vorm van droog gas.

Dans de nombreux pays, des mesures sont faites pour déterminer les concentrations locales en SO_2 qui varient fortement dans le temps et dans l'espace.

Dans les zones urbaines, les concentrations de SO_2 varient de quelques microgrammes par m^3 à quelques milliers de microgrammes en fonction principalement : de l'étendue des émissions, de la densité des émissions et des facteurs climatiques.

Dans les zones tempérées, des variations saisonnières des concentrations sont observées.

Le dioxyde de soufre est généralement mesuré par des méthodes volumétriques, manuelles ou continues.

La méthode manuelle à l'eau oxygénée se fonde sur l'oxydation du SO_2 en H_2SO_4 et son titrage ultérieur. La limite de détectabilité dépend de la vitesse d'échantillonnage et du type de réactif utilisé. Cette méthode a été proposée comme méthode standard par l'OCDE et est largement utilisée dans un certain nombre d'états membres de la Communauté. Son principal avantage est sa simplicité. Son principal inconvénient, sa non spécificité.

La méthode manuelle à la pararosaniline (West and Gaeke) a un avantage évident, celui de sa spécificité. Son inconvénient est l'instabilité d'un des complexes formés qui se manifeste à des températures supérieures à 25 °C. Le Centre international de référence de l'O.M.S. a envisagé de proposer cette méthode comme méthode de référence standard. Elle est utilisée aux U.S.A., aux Pays-Bas et au Japon.

Il existe plusieurs méthodes continues basées sur des principes divers : principe de conductométrie (variation de la conductibilité électrique), titrage potentiométrique, principe coulométrique et principe photométrique. Les écarts obtenus par ces différentes méthodes sont importants. Des programmes de comparaison de longue durée entre différentes méthodes et aussi entre différents laboratoires utilisant la même méthode de mesure sont hautement souhaitables.

Une telle comparaison a été entreprise par notre Centre d'Etude de l'Energie Nucléaire de Mol à la demande de la Commission des Communautés Européennes.

Un réseau de mesures nécessite donc le choix des sites de prélèvement, leur nombre, leur emplacement géométrique ou non, leur altitude, le choix de la méthode d'échantillonnage et d'analyse, le type d'appareil, le principe de la méthode, les réactifs utilisés, la connaissance de la gamme des concentrations pour laquelle la méthode est applicable, la sensibilité, les interférences d'autres polluants, la préfiltration de l'échantillon prélevé, la vitesse d'échantillonnage, sa durée, son efficacité, le

In vele landen worden metingen verricht om de plaatselijke SO_2-concentraties te bepalen, die zeer uiteenlopend zijn in de tijd en in de ruimte.

In stedelijke gebieden schommelen de SO_2-concentraties van enkele microgram per m^3 tot enkele duizenden microgram per m^3 hoofdzakelijk volgens de omvang van de emissies, de dichtheid van de emissies en klimatologische factoren.

In de gematigde luchtstreken worden seizoenschommelingen van de concentraties waargenomen.

Meestal wordt het zwaveldioxyde gemeten door middel van volumetrische methodes, met de hand of doorlopend.

De methode met de hand door middel van zuurstofwater berust op de oxydatie van het SO_2 tot H_2SO_4 dat daarna getitreerd wordt. De opsporingsgrens hangt af van de bemonsteringssnelheid en van het gebruikte reagenstype. Deze methode werd als standaardmethode voorgesteld door de OESO; ze wordt veel gebruikt in een zeker aantal landen van de Gemeenschap. Het grootste voordeel ervan is haar eenvoud; het grootste nadeel dat ze niet specifiek is.

De methode met de hand door middel van pararosaniline (West en Gaeke) heeft een opvallend voordeel, nl. dat ze specifiek is. Het nadeel ervan is de onstandvastigheid van één van de gevormde complexen, die bij temperaturen boven 25 °C optreedt. Het internationaal Referentiecentrum van de Wereld Gezondheidsorganisatie (W.G.O.) heeft overwogen deze methode als standaardmethode voor te stellen. Ze wordt in de U.S.A., in Nederland en in Japan gebruikt.

Er bestaan verscheidene doorlopende methodes die op verschillende principes berusten : principe van de conductometrie (verandering van de elektrische geleidbaarheid), potentiometrische titratie, coulometrisch principe en fotometrisch principe. Deze verschillende methodes leveren grote verschillen op. Het is hoogst wenselijk langlopende vergelijkingsprogramma's tussen de verschillende methodes en ook tussen verschillende laboratoria die dezelfde methode gebruiken uit te werken.

Ons Studiecentrum voor Kernenergie te Mol heeft een dergelijke vergelijking verricht op verzoek van de Commissie van de Europese Gemeenschappen.

Een meetnet vereist bijgevolg de keuze van de meetplaatsen, hun aantal, hun ligging, al dan niet geometrisch, hun hoogte, de keuze van de bemonsterings- en analysemethode, het type van toestel, het principe van de methode, de gebruikte reagentia, de kennis van de concentratiegrenzen waarbinnen de methode kan toegepast worden, de gevoeligheid, de interferenties van andere verontreinigende stoffen, de voorfiltratie van het genomen monster, de bemonsteringssnelheid, de duur,

mode de stockage des échantillons, le choix de la méthode de traitement des informations ou données sur ordinateur, sur imprimante, sur cartes perforées, le choix de la présentation des résultats, dans l'espace et dans le temps, le choix des unités ($\mu g/m^3$), la répartition des résultats en fonction de la fréquence, les moyennes journalières, mensuelles, les maxima et les minima, le choix des données météorologiques à enregistrer simultanément et enfin l'interprétation des résultats par analyse statistique combinée avec les données météorologiques, les émissions, les variations saisonnières, les répartitions horizontales et éventuellement le choix des systèmes d'alarme.

3.3. Les particules en suspension et les particules sédimentables

Une mesure globale des particules en suspension peut être effectuée en faisant passer une quantité connue d'air à travers un filtre efficace. Si une quantité d'air suffisante a été échantillonnée, la poussière recueillie sur le filtre peut être pesée directement.

Une autre procédure, qui nécessite un volume d'air nettement plus faible, consiste à mesurer la teinte de la tache faite par la fumée sur le filtre. Cette mesure faite par réflectométrie peut être exprimée comme poids de fumée par volume d'air.

Ces deux méthodes ne donnent pas toujours des résultats concordants et ceci à cause du fait que l'intensité des taches ne dépend pas seulement de la quantité de fumée déposée sur le filtre, mais également de l'origine et de la composition de ces fumées.

Il a été néanmoins possible de construire une courbe d'étallonnage basée sur le concept d'une « fumée standard » et permettant ainsi d'exprimer les mesures obtenues par réflectométrie en $\mu g/m^3$ de fumée standard.

Les méthodes de mesure préconisées par l'O.C.D.E. sont normalement utilisées dans les états membres de la Communauté. Les valeurs ne représentent pas des masses réelles de particules en suspension, mais la tache produite par une masse équivalente de la fumée standard indiquée ci-dessus.

Tout comme pour le SO_2, un réseau de mesures, nécessite le choix des sites de mesure, le choix de la méthode d'échantillonnage et d'analyse, le choix de la méthode de traitement des informations et de la présentation des résultats dans l'espace et dans le temps, ainsi que le choix des données météorologiques à enregistrer simultanément.

Quant aux poussières sédimentables, elles sont souvent mesurées par des jauges de dépôt, plaquet-

de doeltreffendheid van de bemonstering, de wijze waarop de monsters bewaard worden, de keuze van de methode voor de verwerking van de informaties of gegevens per computer, op ponskaarten, de presentatie van de uitslagen in de ruimte en in de tijd, de keuze van de eenheden ($\mu g/m^3$), de verdeling van de uitslagen naar de frekwentie, de dag- en maandgemiddelden, de maxima en de minima, de keuze van de gelijktijdig op te tekenen meteorologische gegevens en ten slotte de interpretatie van de uitslagen door statische analyse samen met de meteorologische gegevens, de emissies, de seizoenschommelingen, de horizontale spreiding en eventueel de keuze van alarmsystemen.

3.3. Zwevende stofdeeltjes en sedimenteerbare stofdeeltjes

De zwevende stofdeeltjes kunnen in hun geheel gemeten worden door een bekende hoeveelheid lucht door een doeltreffende filter te laten stromen. Indien het monster een voldoende hoeveelheid lucht bevat, kan het op de filter verzamelde stof rechtstreeks gewogen worden.

Een andere procedure waarvoor veel minder lucht nodig is, bestaat hierin dat men de tint meet van de vlek die de rook op de filter achterlaat. Deze meting wordt door reflectometrie verricht en kan uitgedrukt worden in het gewicht rook per volume lucht.

De uitslagen van deze twee methodes stemmen niet altijd overeen; dit is te wijten aan het feit dat de intensiteit van de vlekken niet alleen afhangt van de hoeveelheid rook die op de filter achtergelaten wordt, maar ook van de herkomst en de samenstelling van die rook.

Toch heeft men een ijkcurve kunnen maken die gebaseerd is op een « standaardrook » en die toelaat de door reflectometrie verkregen metingen in $\mu g/m^3$ standaardrook uit te drukken.

De door de OESO aanbevolen meetmethodes worden normaal gebruikt in de lidstaten van de Gemeenschap. De waarden stellen geen werkelijke massa's zwevende stofdeeltjes voor, maar wel de vlek die door een gelijkwaardige massa standaardrook voortgebracht wordt.

Net als voor het SO_2, vereist een meetnet de keuze van de meetplaatsen, de keuze van de bemonsterings- en analysemethode, de keuze van de methode voor de verwerking van de informatie en voor de presentatie van de uitslagen in de ruimte en in de tijd en de keuze van de meteorologische gegevens die gelijktijdig moeten worden opgetekend.

Wat het sedimenteerbaar stof betreft, dit wordt dikwijls gemeten met neerslagkruiken, gevaseli-

tes vaselinées ou encore au moyen du simple pot à confiture très répandu en Allemagne sous le nom d'appareil Bergehoff. Les résultats sont exprimés en mg/m^2-jour ou g/m^2-jour.

Dans le choix de la méthode d'analyse la plus appréciée pour les métaux lourds, les éléments suivants ont été pris en considération :

— les métaux lourds sont présents dans l'atmosphère sous la forme de poussières; on les recueille donc sur des filtres à poussières; il en résulte qu'une méthode d'analyse par voie sèche sera nécessairement plus rapide;
— les niveaux à mesurer sont faibles, de l'ordre de 10 à 10.000 ng/m^3;
— une quinzaine de métaux sont à mesurer en principe par échantillon; ce sont : Hg, Pb, Ba, Cd, V, Ni, Zn, Mn, Cu, Cr, Fe, Co, Sb, As et Be;
— 15 stations sont installées en Belgique actuellement et les filtres mesurés quotidiennement.

Une étude comparative a été faite par le C.E.N. entre les techniques d'analyse les plus indiquées telles que spectrométrie d'émission, fluorescence de rayons X, activation et spectrométrie d'absorption atomique.

Ces méthodes possèdent en effet une excellente sélectivité et un spectre d'application très large, ce qui les rend toutes les quatre, aptes à résoudre le problème.

3.4. Les oxydes d'azote

Les mesures de NO sont plus importantes que celles du NO_2. Cependant, on mesure généralement l'ensemble ($NO + NO_2$) par la méthode dérivée du procédé Griess-Saltzman qui consiste à oxyder le NO en NO_2, à absorber le NO_2 dans une solution colorante et à doser au colorimètre la quantité de NO_2 retenue, l'étalonnage des colorations se faisant à partir de solutions liquides de nitrite de sodium de titre connu. Si la mesure des vapeurs nitreuses par la méthode Saltzman est facile et économique, elle n'apporte cependant pas grand-chose.

On sait maintenant que l'azote est susceptible de former, en présence d'oxygène, une multitude de corps dont 5 oxydes sont particulièrement bien définis :

NO	oxyde nitrique
NO_2 / N_2O_4	dioxyde d'azote
N_2O	oxyde azoteux
N_2O_3	anhydride azoteux ou nitreux
N_2O_5	anhydride azotique ou nitrique.

neerde plaatjes of door middel van een gewone confituurpot die in Duitsland zeer verspreid is onder de benaming « toestel van Bergehoff ». De uitslagen worden uitgedrukt in mg/m^2.dag of g/m^2.dag.

Bij de keuze van de meest gewaardeerde analysemethode voor zware metalen, werd rekening gehouden met de volgende gegevens :

— zware metalen zijn in de lucht aanwezig in de vorm van stof; ze worden dus opgevangen op stoffilters; hieruit volgt dat een analysemethode langs droge weg altijd vlugger gaat;
— de concentraties die moeten gemeten worden zijn laag, zowat van 10 tot 10.000 ng/m^3;
— voor ieder monster moeten in beginsel een vijftiental metalen gemeten worden, nl. Hg, Pb, Ba, Cd, V. Ni, Zn, Mn, Cu, Cr, Fe, Co, Sb, As en Be;
— thans zijn in België 15 stations geïnstalleerd; de filters worden dagelijks gemeten.

Het S.C.K. heeft een vergelijkende studie gemaakt van de meest aangewezen analysetechnieken zoals emissiespectrometrie, fluorescentie van X-stralen, activering en spectrometrie van atoomabsorptie.

Deze methodes hebben immers een zeer goede selectiviteit en een zeer breed toepassingsspectrum, zodat ze alle vier geschikt zijn om het probleem op te lossen.

3.4. Stikstofoxyden

De NO-metingen zijn belangrijker dan de NO_2-metingen. Gewoonlijk wordt nochtans het geheel ($NO + NO_2$) gemeten door middel van de methode die van het procédé Griess-Saltzman afgeleid is, een methode die erin bestaat het NO tot NO_2 te oxyderen, het NO_2 in een kleurende oplossing te absorberen en de bekomen hoeveelheid NO_2 met behulp van een colorimeter te doseren; het ijken van de kleuring wordt verricht aan de hand van vloeibare natriumnitrietoplossingen waarvan de titer bekend is. Het meten van de stikstofhoudende dampen door middel van de Saltzman-methode is wel gemakkelijk en economisch, maar zij levert niet veel op. Men weet nu dat stikstof in aanwezigheid van zuurstof tal van lichamen kan vormen waarvan 5 oxydes bijzonder goed bepaald zijn :

NO	stikstofoxyde
NO_2 / N_2O_4	stikstofdioxyde
N_2O	distikstofoxyde
N_2O_3	distikstoftrioxyde
N_2O_5	distikstofpentoxyde

Différentes méthodes d'analyse ont été utilisées pour résoudre ces problèmes de mesure.

Les plus employées ont été basées sur des principes de colorimétrie, absorption de rayonnement et chimiluminescense.

Actuellement, la chimiluminescence se développe de plus en plus. Le principe de la réaction de l'ozone sur NO avec formation de NO_2 dans un état excité et retour à l'état fondamental avec émissions d'une radiation caractéristique est appliqué à la mesure des concentrations de NO. Quant à la mesure du NO_2, elle se fait par l'intermédiaire d'un four convertisseur où NO_2 réduit est comptabilisé comme NO d'après le schéma précédent.

3.5. Le monoxyde de carbone

Pour son dosage, on utilise des appareils faisant appel à l'absorption sélective dans l'infra-rouge qui se prêtent bien à des enregistrements continus.

D'autres appareils automatiques peuvent être employés tels que ceux utilisant la conductimétrie différentielle comme les appareils Wösthoff.

Des appareils faisant appel à la combustion catalytique peuvent être utilisés dans les zones à forte pollution telles que les parkings souterrains.

Pour tous ces appareils, il faut examiner les interférences possibles.

3.6. Projet de normes

A l'heure actuelle, il n'existe pas encore en Belgique de normes en vue de l'échantillonnage et de l'analyse des polluants de l'air à l'immission.

Un groupe de travail créé au sein de la Commission Interministérielle de Coordination en matière de Prévention et de Lutte contre la Pollution Atmosphérique (A.R. du 7 octobre 1971) a reçu pour mission d'établir des recommandations relatives au prélèvement des échantillons, à leur analyse et à l'expression des résultats en vue de pouvoir collecter des renseignements aussi comparables et aussi reproductibles que possible.

Ce groupe a préparé un ensemble de documents sur les objets suivants :

Mesures à l'immission :

— Mesures de retombées au moyen de jauges de dépôt
— Mesures de retombées au moyen de plaquettes vaselinées
— Mesures de poussières au moyen de sphères vaselinées
— Détermination de la teneur en dioyde de soufre dans l'air ambiant (méthode à l'eau oxygénée)

Verschillende analysemethodes werden gebruikt om deze meetproblemen op te lossen.

De meest gebruikte zijn gebaseerd op principes van colorimetrie, stralingsabsorptie en chemiluminescentie.

Thans neemt de chemiluminescentie meer en meer uitbreiding. Het principe van de reactie van ozon op NO met vorming van NO_2 in een geëxciteerde toestand en terugkeer naar de fundamentele toestand met emissie van een karakteristieke straling wordt op het meten van NO-concentraties toegepast. Het NO_2 wordt gemeten door tussenkomst van een conversie-oven waarin het gereduceerde NO_2 als NO aangerekend wordt volgens het hierboven aangehaalde schema.

3.5. Koolmonoxyde

Voor het doseren van koolmonoxyde gebruikt men toestellen op basis van de selectieve absorptie in infra-rood, die goed geschikt zijn voor doorlopende registrering.

Andere automatische toestellen kunnen gebruikt worden, zoals die welke gebruik maken van de differentiële conductimetrie zoals de Wösthoff-apparaten.

Toestellen die gebruik maken van de catalytische verbranding kunnen gebruikt worden in sterk verontreinigde gebieden zoals ondergrondse parkeerplaatsen.

Voor al deze toestellen moeten de mogelijke interferenties onderzocht worden.

3.6. Ontwerp-normen

Thans bestaan er in België nog geen normen voor de bemonstering en de analyse van de luchtverontreinigende stoffen bij immissie.

Een werkgroep van de Interministeriële Coördinatiecommissie voor de voorkoming en bestrijding van de luchtverontreiniging (K.B. van 7 oktober 1971) heeft tot taak aanbevelingen op te stellen voor het nemen en het analyseren van de monsters en voor het uitdrukken van de resultaten. Het is de bedoeling aldus inlichtingen te verzamelen die zo goed mogelijk met elkaar kunnen worden vergeleken en zo goed mogelijk kunnen worden herhaald.

Deze werkgroep heeft een aantal documenten klaargemaakt over de volgende onderwerpen :

Immissiemetingen :

— Het meten van de neerslag door middel van neerslagkruiken.
— Het meten van de neerslag door middel van gevaselineerde plaatjes.
— Het meten van de neerslag door middel van gevaselineerde bollen.
— Bepaling van het zwaveldioxydegehalte in de omgevende lucht (Methode met zuurstofwater).

- Détermination de la teneur en dioxyde de soufre dans l'air ambiant (méthode West and Gaeke)
- Détermination du monoxyde (NO) et dioxyde d'azote (NO_2) dans l'air ambiant (méthode Saltzman).

Mesures à l'émission :

- Détermination de la teneur en poussières des effluents gazeux par la méthode gravimétrique.

Tous ces documents sont présentés de façon uniforme; ils donnent tout d'abord l'objet de la norme, le principe de la méthode de mesure, les caractéristiques des dispositifs de prélèvement, l'emplacement des appareils de mesure, la durée d'exposition, le traitement des échantillons prélevés et l'expression des résultats.

Ils ont été adressés à l'Institut Belge de Normalisation où le comité pureté de l'air et de l'eau « section air » est occupé à y mettre la dernière main.

- Bepaling van het zwaveldioxydegehalte in de omgevende lucht (West en Gaeke-methode).
- Bepaling van het stikstofmonoxyde (NO) en het stikstofdioxyde (NO_2) in de omgevende lucht (Saltzman-methode).

Emissiemetingen :

- Bepaling van het stofgehalte van de afvalgassen door middel van de gravimetrische methode.

Al deze documenten zijn in dezelfde vorm opgesteld; eerst wordt het onderwerp van de norm vermeld, dan het principe van de meetmethode, de kenmerken van de inrichtingen voor het nemen van de monsters, de plaats van de meettoestellen, de opstellingstermijn, de behandeling van de genomen monsters en de uitdrukking van de resultaten.

Ze zijn naar het Belgisch Instituut voor Normalisatie gezonden, waar het comité Zuiverheid van de lucht en van het water, « afdeling lucht », bezig is met een laatste herziening.

4. OBJECTIFS DE QUALITE

Les critères sont donc des instruments scientifiques nécessaires; ils ne se réfèrent pas seulement à l'homme mais aussi à l'écologie. Ils doivent être établis par des chercheurs indépendants et désintéressés. Ils sont ensuite utilisés pour la détermination des objectifs de qualité.

Suivant la Communauté Européenne, il faut entendre par objectif de qualité d'un milieu, l'ensemble des exigences auxquelles doit satisfaire, à un moment donné, actuel ou futur, un milieu ou une partie d'un milieu déterminé.

Dans l'établissement de cet objectif, il est tenu compte :

- d'un « niveau de protection de base » tel que l'être humain ou une autre cible ne soit pas exposé à un danger inacceptable ou
- d'un « niveau à effet nul » tel qu'aucun effet identifiable ne soit causé à la cible.

Il est également tenu compte, de manière appropriée, des conditions spécifiques régionales, des effets possibles sur les régions voisines et de l'usage recherché.

Les exigences quant aux objectifs de qualité sont fondées sur des considérations d'ordre sanitaire, écologique et social.

Il s'agit de protéger la santé humaine contre les pollutions et nuisances, de sauvegarder le milieu naturel, de restaurer, de préserver et améliorer la qualité de la vie des hommes (loisirs, bien-être, cadre esthétique, etc.).

4. KWALITEITSOOGMERKEN

De criteria zijn dus onmisbare wetenschappelijke instrumenten; ze houden niet alleen rekening met de mens maar ook met de ecologie. Ze moeten door onafhankelijke en belangloze vorsers opgesteld worden. Vervolgens worden ze gebruikt voor het vaststellen van de kwaliteitsoogmerken.

Volgens de Europese Gemeenschap verstaat men onder kwaliteitsoogmerk van een milieu het geheel van vereisten waaraan een milieu of een deel van een bepaald milieu op een gegeven ogenblik, nu of in de toekomst, moet voldoen.

Bij het uitstippelen van dat oogmerk wordt rekening gehouden :

- met een zodanig « basisbeschermingsniveau » dat de mens of een ander doelwit niet aan een onaanvaardbaar gevaar wordt blootgesteld;

  of
- met een « niveau met onbestaande uitwerking » zodanig dat het doelwit geen identificeerbare uitwerking ondervindt.

Ook wordt op een passende manier rekening gehouden met de gewestelijke bijzondere omstandigheden, met de mogelijke gevolgen voor naburige streken en met het voorgenomen gebruik.

De vereisten inzake kwaliteitsoogmerken zijn gebaseerd op overwegingen van sanitaire, ecologische en sociale aard.

Het komt erop aan de gezondheid van de mens te beschermen tegen verontreiniging en hinder, het natuurlijk milieu te vrijwaren, de kwaliteit van het leven van de mens te herstellen, te beveiligen en te verbeteren (vrijetijdsbesteding, welzijn, esthetisch kader, enz.).

Des exigences d'ordre social s'ajoutent donc aux exigences d'ordre sanitaire et écologique qu'elles peuvent rendre plus rigoureuses.

5. NORMES DE PROTECTION DE L'ENVIRONNEMENT

Les « normes » sont établies dans le but de limiter ou prévenir l'exposition des cibles et peuvent donc constituer des moyens d'atteindre les objectifs de qualité ou de s'en approcher.

Les normes s'adressent directement ou indirectement aux individus ou organismes responsables en fixant les niveaux de pollution ou nuisances à ne pas dépasser dans un milieu, une cible, un produit, etc. Elles peuvent être établies, soit par des dispositions législatives, réglementaires ou administratives, soit par accord mutuel ou acceptation volontaire.

Parmi « les normes », on peut distinguer :

« les normes de qualité de l'environnement », qui prescrivent par la voie de moyens juridiques contraignants les niveaux de pollution ou nuisances à ne pas dépasser dans un milieu ou partie de milieu considéré.

« les normes de produits » (le mot « produit » étant utilisé dans son sens le plus large) qui :

- fixent des limites en ce qui concerne les niveaux de polluants ou nuisances à ne pas dépasser dans la composition ou dans les émissions d'un produit
  ou
- spécifient les propriétés ou les caractéristiques de conception d'un produit ou
- concernent les modalités d'utilisation d'un produit.

Là où c'est approprié, les normes de produits peuvent inclure les spécifications relatives aux méthodes d'essai, à l'emballage, au marquage, à l'étiquetage des produits.

« Les normes pour installations fixes » appelées également « normes de procédés » qui comprennent :

a) les « normes d'émission » fixant les niveaux de polluants ou nuisances à ne pas dépasser dans les émissions provenant d'installations fixes;

b) les « normes de conception » ou de « construction des installations fixes » qui déterminent les spécifications à observer dans la conception et la construction d'installations fixes en vue de protéger l'environnement;

Vereisten van sociale aard komen dus de sanitaire en ecologische vereisten aanvullen en kunnen deze laatste strenger maken.

5. NORMEN VOOR DE BESCHERMING VAN HET LEEFMILIEU

De « normen » worden opgesteld met het doel de blootstelling van het doelwit te beperken of te voorkomen en kunnen bijgevolg een middel zijn om de kwaliteitsoogmerken te verwezenlijken of te benaderen.

De normen richten zich rechtstreeks of onrechtstreeks tot de verantwoordelijke personen of instellingen, door niveaus van verontreiniging of hinder vast te stellen die in een milieu, voor een doelwit, een produkt, enz. niet mogen overschreden worden. Ze kunnen uitgevaardigd worden hetzij door middel van wettelijke, reglementaire of administratieve bepalingen, hetzij door middel van een wederzijdse overeenkomst of door vrijwillige aanvaarding.

Bij de « normen » kan een onderscheid gemaakt worden tussen :

« kwaliteitsnormen voor het leefmilieu », waarbij door middel van dwingende juridische maatregelen niveaus van verontreiniging of hinder worden voorgeschreven die in een gegeven milieu of deel van een milieu niet mogen overschreden worden;

« produktnormen » (het woord « produkt » wordt in de ruimste betekenis opgevat), waarbij :

- voor de niveaus van verontreiniging of hinder grenzen worden opgelegd die voor de samenstelling of voor de emissies van een produkt niet mogen overschreden worden
  of
- de eigenschappen of de conceptiekenmerken van een produkt worden bepaald
  of
- de gebruiksaanwijzing van een produkt wordt bepaald.

Waar het past kunnen de produktnormen bepalingen bevatten aangaande de beproevingsmethoden, de verpakking, het markeren en het etiketteren van de produkten.

« Normen voor vaste installaties », ook « procédénormen » genoemd, die omvatten :

a) « emissienormen », waarbij de niveaus van verontreiniging of hinder worden vastgesteld die voor emissies uit vaste installaties niet mogen overschreden worden;

b) « conceptienormen » of « normen voor de bouw van vaste installaties » betreffende de specificaties die bij de conceptie en de bouw van vaste installaties moeten nageleefd worden met het oog op de bescherming van het leefmilieu;

c) les « normes d'exploitation » qui déterminent les spécifications à observer dans l'exploitation des installations fixes en vue de protéger l'environnement.

L'administration chargée de préparer les textes réglementaires et le Gouvernement appelé à prendre des décisions en matière de prévention de la pollution doivent donc connaître les critères scientifiques des polluants s'ils existent, connaître les lacunes de la science, proposer des programmes de recherche en vue de repousser davantage les limites de l'ignorance, apprécier les risques absolus et relatifs, se fixer des objectifs de qualité et décider des normes à imposer.

C'est pourquoi dans bien des cas, il pourra être utile et nécessaire de fixer des normes, même en l'absence de critères scientifiques et d'objectifs de qualité bien définis et il faudra se contenter de solutions pragmatiques.

Enfin dans tous les cas, les critères, objectifs et normes devront être revus périodiquement pour tenir compte du progrès des connaissances et modifiés le cas échéant.

c) « exploitatienormen » betreffende de specificaties die bij het gebruik van vaste installaties moeten nageleefd worden met het oog op de bescherming van het leefmilieu.

De Administratie die de reglementaire teksten moet voorbereiden en de Regering die de beslissingen moet nemen voor het voorkomen van de verontreiniging moeten bijgevolg de wetenschappelijke criteria van de verontreinigende stoffen kennen, zo deze bestaan, ze moeten de leemten in de wetenschap kennen, onderzoekingsprogramma's voorstellen om de grenzen van de onwetendheid nog verder te verschuiven, ze moeten de volstrekte en de betrekkelijke risico's afwegen, kwaliteitsoogmerken kiezen en beslissen welke normen dienen opgelegd te worden.

Daarom kan het in heel wat gevallen nuttig en noodzakelijk zijn normen vast te stellen, zelfs als er geen welbepaalde wetenschappelijke criteria en kwaliteitsoogmerken zijn en zal men genoegen moeten nemen met pragmatische oplossingen.

Ten slotte zullen de criteria, oogmerken en normen in alle gevallen geregeld moeten herzien worden om rekening te houden met de vooruitgang van de wetenschap en zullen zij in voorkomend geval moeten gewijzigd worden.

6. RESEAU DE SURVEILLANCE

Pour accomplir une mission d'une telle ampleur, il faut disposer de réseaux de surveillance qui permettent de réaliser une véritable « gestion de l'air » dans l'espace et dans le temps, de telle manière qu'il soit possible :

— de connaître la charge de pollution d'un lieu à un moment donné,
— de définir les normes de qualité de l'environnement qui se rapprochent d'objectifs de qualité précis,
— de déterminer les moyens à mettre en œuvre pour y parvenir dans des délais appropriés,
— de vérifier si les moyens mis en œuvre sont suffisants,
— de mener les enquêtes épidémiologiques indispensables en vue de mettre les critères à jour,
— d'établir des modèles mathématiques de dispersion des polluants afin de prévoir la charge supplémentaire de pollution dans le cadre d'un développement industriel ou urbain, et enfin
— de donner l'alarme, le cas échéant.

Depuis 1968, l'Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie et l'Institut Royal Météorologique ont installé un réseau de mesure en continu par les oxydes de soufre et les fumées.

Ensuite en 1972, l'Institut National des Indus-

6. TOEZICHTSNET

Om een taak van een dergelijke omvang te verrichten, dient men over toezichtsnetten te beschikken, die toelaten een echt « beheer van de lucht » in de tijd en in de ruimte te voeren, zodat de mogelijkheid geschapen wordt om :

— de verontreinigingsbelasting van een plaats op een gegeven tijdstip te kennen;
— kwaliteitsnormen voor het leefmilieu vast te stellen die welbepaalde kwaliteitsoogmerken benaderen;
— de middelen te bepalen die moeten aangewend worden om dat doel binnen passende termijnen te bereiken;
— na te gaan of de aangewende middelen voldoende zijn;
— de nodige epidemiologische onderzoekingen te verrichten om de criteria bij te werken;
— wiskundige modellen voor de verspreiding van de verontreinigende stoffen uit te werken om van te voren de bijkomende verontreiniging door de toenemende industrialisatie en verstedelijking verwekt te bepalen en ten slotte
— alarm te geven, als het nodig is.

Sedert 1968 hebben het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie en het Koninklijk Meteorologisch Instituut een bestendig meetnet voor zwaveloxyden en rook geïnstalleerd.

Vervolgens hebben het Nationaal Instituut voor

tries Extractives et l'Institut Royal Météorologique ont entrepris l'installation d'un réseau de contrôle de la pollution par les poussières sédimentables dans le sud du pays.

Enfin depuis 1974, les experts de l'Institut d'Hygiène et d'Epidémiologie, de l'Institut Royal Météorologique et du Centre d'Etudes Nucléaires de Mol ont étudié, avec la collaboration de l'Administration de l'Electricité et de l'Electro-mécanique du Département des Travaux publics, la mise en œuvre d'un réseau automatique de télécontrôle de l'air.

7. LES INSTALLATIONS INDUSTRIELLES

7.1. Les installations industrielles de combustion

Dès que l'on a commencé à porter un intérêt épidémiologique à la pollution de l'air, le dioxyde de soufre a été considéré comme l'un des principaux suspects.

Nous savons notammment que le dioxyde de soufre est le produit normal de l'oxydation du soufre contenu dans les combustibles et plus particulièrement dans les combustibles liquides.

Le réseau de mesure « soufre-fumée » dont il a été question plus haut, mis en service depuis 1968, nous a montré quelle était l'influence du chauffage domestique sur la pollution des 5 grandes agglomérations du pays.

C'est la raison pour laquelle 5 zones de protection spéciale ont été créées dès 1971 (A.R. du 26 juillet 1971).

Par zone de protection spéciale, il faut entendre les aires territoriales qui font l'objet de mesures particulières de lutte contre la pollution atmosphérique provoquée par les installations de chauffage des bâtiments par combustion. Ces aires sont établies notamment sur base d'une moyenne annuelle des mesures dépassant 150 microgrammes de dioxyde de soufre par m^3.

Des mesures particulières y sont imposées pour le chauffage domestique. Notamment, la teneur en soufre des combustibles liquides ne peut dépasser 1 % en poids quel que soit le type de combustible liquide utilisé et les combustibles solides ne peuvent avoir une teneur en soufre volatil dépassant 1 % en poids.

Les émissions soufrées ne proviennent évidemment pas seulement du chauffage domestique, mais elles proviennent également de l'industrie et en particulier des installations industrielles de combustion.

Si l'on compare la couverture des besoins énergétiques de l'Europe et des U.S.A. on s'apperçoit que la structure des approvisionnements en pétrole brut peut déterminer le niveau des émissions de soufre en Europe occidentale.

de Extractiebedrijven en het Koninklijk Meteorologisch Instituut in 1972 een controlenet geïnstalleerd om de verontreiniging door sedimenteerbaar stof in het Zuiden van het land te meten.

Sedert 1974 ten slotte bestuderen deskundigen van het Instituut voor Hygiëne en Epidemiologie, het Koninklijk Meteorologisch Instituut en het Studiecentrum voor Kernenergie te Mol, samen met de Administratie voor Elektriciteit en Elektromechanica van het Ministerie van Openbare Werken, het aanleggen van een automatisch net voor afstandscontrole op de lucht.

7. INDUSTRIELE INSTALLATIES

7.1. Industriële verbrandingsinstallaties

Van zodra men aan de luchtverontreiniging een epidemiologisch belang is gaan hechten, heeft men zwaveldioxyde als één van de voornaamste verdachten beschouwd.

Wij weten immers dat zwaveldioxyde het normale produkt is van de oxydatie van de zwavel die in de brandstoffen zit en speciaal in de vloeibare brandstoffen.

Het meetnet « zwavel-rook », waarvan hierboven sprake is, dat in 1968 in gebruik werd genomen, heeft aangetoond wat de invloed van de huishoudelijke verwarming op de verontreiniging van de vijf grote agglomeraties van het land was.

Daarom werden vijf speciale beschermingszones opgericht in 1971 (K.B. van 26 juli 1971).

Onder speciale beschermingszones verstaat men gebieden waar bijzondere maatregelen worden getroffen voor de bestrijding van de luchtverontreiniging veroorzaakt door de installaties voor verwarming der gebouwen door verbranding. Die gebieden worden onder meer vastgesteld op grond van metingen die jaarlijks gemiddeld 150 microgram zwaveloxyden per kubieke meter overtreffen.

In die gebieden zijn bijzondere maatregelen opgelegd voor de verwarming van gebouwen. Zo mag het zwavelgehalte van vloeibare brandstoffen niet meer bedragen dan 1 % van het gewicht, ongeacht het type van de gebruikte vloeibare brandstof en mag het gehalte aan vluchtige zwavel van vaste brandstoffen niet meer bedragen dan 1 % van het gewicht.

De zwavelemissies komen natuurlijk niet alleen voort van de verwarming van gebouwen, maar ook van de nijverheid en meer bepaald van de industriële verbrandingsinstallaties.

Als men de dekking van de energiebehoeften in Europa met die van de U.S.A. vergelijkt, ziet men dat de structuur van de bevoorrading in ruwe aardolie bepalend kan zijn voor het niveau van de zwavelemissies in West-Europa.

Le tableau I donne, en effet, la couverture des besoins énergétiques en Europe comparée à celle des U.S.A.

TABLEAU I

Couverture des besoins énergétiques en Europe.

	1968	*1980*
Combustible liquide	43 %	59 % (source importante des émissions de SO_2)
Charbon	41 %	18 %
Gaz	14 %	22 %

Couverture des besoins énergétiques aux U.S.A.

	1968	*1980*
Combustible liquide	18 %	17 %
Charbon	25 %	29 %
Gaz	57 %	54 %

L'opportunité de prendre des mesures pour limiter les émissions soufrées et l'ampleur des moyens à mettre en œuvre doivent être décidées en fonction :

— des critères scientifiques dont il a déjà été question;
— des prévisions de consommation des combustibles liquides et des émissions à calculer en l'absence de mesures de prévention;
— des approvisionnements en pétrole brut et
— des mesures de prévention techniques adéquates telles que hautes cheminées, désulfuration des combustibles liquides au stade du raffinage et désulfuration des gaz de combustion avant leur rejet.

7.1.1. Teneurs en soufre des combustibles pétroliers

Le raffinage divise le pétrole brut en un certain nombre de fractions qui sont utilisables directement à la consommation ou destinées à une transformation ultérieure.

La distillation atmosphérique qui est la première de ces opérations donne des hydrocarbures gazeux, le naphta (à partir duquel on produit les essences pour autos et avions, les dérivés pétrochimiques et les solvants), des distillats moyens et lourds.

Le résidu de la distillation qui contient des hydrocarbures lourds et des asphaltes est utilisé comme fuel-oil.

Quand les résidus sont distillés sous vide, ils produisent des produits de base pour lubrifiants, des fractions pour les opérations de cracking et pour la désulfuration indirecte.

In tabel I wordt de dekking van de energiebehoeften in Europa vergeleken met die van de U.S.A.

TABEL I

Dekking van de energiebehoeften in Europa

	1968	*1980*
Vloeibare brandstof	43 %	59 % (belangrijke bron van de SO_2-emissies)
Kolen	41 %	18 %
Gas	14 %	22 %

Dekking van de energiebehoeften in de U.S.A.

	1968	*1980*
Vloeibare brandstof	18 %	17 %
Kolen	25 %	29 %
Gas	57 %	54 %

De wenselijkheid maatregelen te nemen om de zwavelemissies te beperken en de omvang van de aan te wenden middelen moeten beoordeeld worden op grond van :

— de hierboven vermelde wetenschappelijke criteria;
— de vooruitzichten aangaande het verbruik van vloeibare brandstoffen en de te berekenen emissies indien geen voorkomingsmaatregelen worden genomen;
— de bevoorrading in ruwe aardolie;
— en de passende technische voorkomingsmaatregelen, zoals hoge schoorstenen, ontzwaveling van de vloeibare brandstoffen in de raffinaderij en ontzwaveling van de verbrandingsgassen voor ze geloosd worden.

7.1.1. Zwavelgehalte van aardoliebrandstoffen

Bij het raffineren wordt de ruwe aardolie in een zeker aantal fracties verdeeld, die rechtstreeks kunnen verbruikt worden of later nog een verwerking ondergaan.

De atmosferische distillatie, de eerste van deze verrichtingen, levert gasvormige koolwaterstoffen op, nafta (waaruit benzine voor auto's en vliegtuigen, petrochemische nevenprodukten en oplosmiddelen gemaakt worden), middelsoort en zware distillaten.

Het residu van de distillatie, dat zware koolwaterstoffen en asfalt bevat, wordt als stookolie gebruikt.

Bij vacuumdistillatie levert het residu basisprodukten voor smeermiddelen, fracties voor kraakverrichtingen en voor de onrechtstreekse ontzwaveling op.

Les combustibles liquides proviennent essentiellement des distillats moyens et lourds ou gasoil (pour chauffage des locaux et véhicules diesel) et du résidu de la distillation ou fuel-oil (pour les installations industrielles).

Le S du pétrole brut est associé à d'autres éléments chimiques dans des combinaisons particulièrement stables :

— 2/3 environ du S se retrouvent, pour cette raison, dans le résidu de la distillation,
— 1/3 passe dans les distillats moyens et de faibles quantités se retrouvent dans les fractions plus légères.

Les résidus sont utilisés sans transformation; ils sont alors dénommés fuel-oils résiduels.

Leur concentration en S dépend de la concentration initiale du brut et de la limite jusqu'à laquelle a été poussée la distillation.

La figure 3 indique, pour une quarantaine de gisements des deux hémisphères, la teneur en soufre des pétroles bruts et celle des fuel-oils résiduels qui en dérivent.

Les gasoils sont fournis par les fractions de la distillation atmosphérique dont le point d'ébullition est $< 370\,°C$.

La concentration en S de ces gas-oils dépend aussi de la façon de distiller.

En ajustant la distillation, on peut donc obtenir des gasoils moins chargés en S.

Enfin, certaines coupes de distillats subissent aussi une désulfuration partielle au stade du raffinage, parce que :

— il faut limiter la corrosion des installations utilisatrices (moteurs diesel, chaudières de chauffage),
— le marché du S extrait des distillats est encore rentable par rapport aux besoins en S.

Pour des raisons techniques, la désulfuration des résidus est beaucoup plus délicate que celle des gasoils et ni la réduction de la corrosion chez l'utilisateur ni la perspective d'un crédit soufre ne peuvent être mis en balance avec les difficultés techniques.

Aujourd'hui, la teneur maximale en S des gasoils fait l'objet de spécifications dans un certain nombre de pays et notamment dans les pays membres de la Communauté.

Toutefois, les concentrations en S correspondant à ces spécifications sont souvent supérieures aux exigences des utilisateurs (notamment moteurs diesel).

Aussi pour des raisons commerciales, les sociétés pétrolières doivent livrer sur le marché des gasoils à teneur en soufre quelquefois inférieures de moitié à la concentration des spécifications.

De vloeibare brandstoffen komen hoofdzakelijk voort van de middelsoort en zware distillaten of gasolie (voor de verwarming van lokalen en diesel - voertuigen) en van het residu van de distillatie of stookolie (voor de industriële installaties).

De S van de ruwe aardolie wordt met andere chemische elementen verbonden in bijzonder stabiele combinaties :

— 2/3 ongeveer van de S wordt om deze redenen in het residu van de distillatie aangetroffen,
— 1/3 komt terecht in de middelsoort distillaten en geringe hoeveelheden in de lichtere fracties.

De residu's worden zonder enige verwerking gebruikt; men noemt ze dan residu-stookolie.

Hun zwavelgehalte hangt af van de oorspronkelijke concentratie van de ruwe aardolie en van de grens tot waar men de distillatie doorgevoerd heeft.

In figuur 3 worden voor een veertigtal olievelden van het noordelijk en het zuidelijk halfrond het zwavelgehalte van de ruwe aardolie en dat van de daaruit vervaardigde residu-stookolie aangeduid.

Gasolie komt voort van de fracties van de atmosferische distillatie waarvan het kookpunt $< 370\,°C$.

Het zwavelgehalte van deze gasolie hangt ook af van de manier van distilleren.

Als men de distillatie goed regelt, kan men bijgevolg gasolie bekomen die minder zwavel bevat.

Ook ondergaan sommige distillaten een gedeeltelijke ontzwaveling tijdens het raffineren, omdat :

— de corrosie van de verbruikende installaties (dieselmotoren, verwarmingsketels) moet beperkt worden,
— de markt van de uit de distillaten gehaalde zwavel nog renderend is wegens de behoeften aan zwavel.

Om technische redenen is de ontzwaveling van de residu's veel moeilijker dan die van gasolie; noch de vermindering van de corrosie bij de verbruiker, noch het vooruitzicht op de opbrengst van zwavel kunnen opwegen tegen de technische moeilijkheden.

Thans bestaan in een zeker aantal landen en meer bepaald in de landen van de Gemeenschap specificaties betreffende het maximum zwavelgehalte van gasolie. De zwavelconcentraties die met die specificaties overeenstemmen liggen nochtans dikwijls hoger dan wat de verbruikers eisen (onder meer dieselmotoren).

Om commerciële redenen moeten de petroleummaatschappijen dan ook gasolie op de markt brengen waarvan het zwavelgehalte soms de helft beneden de concentratie van de voorschriften ligt.

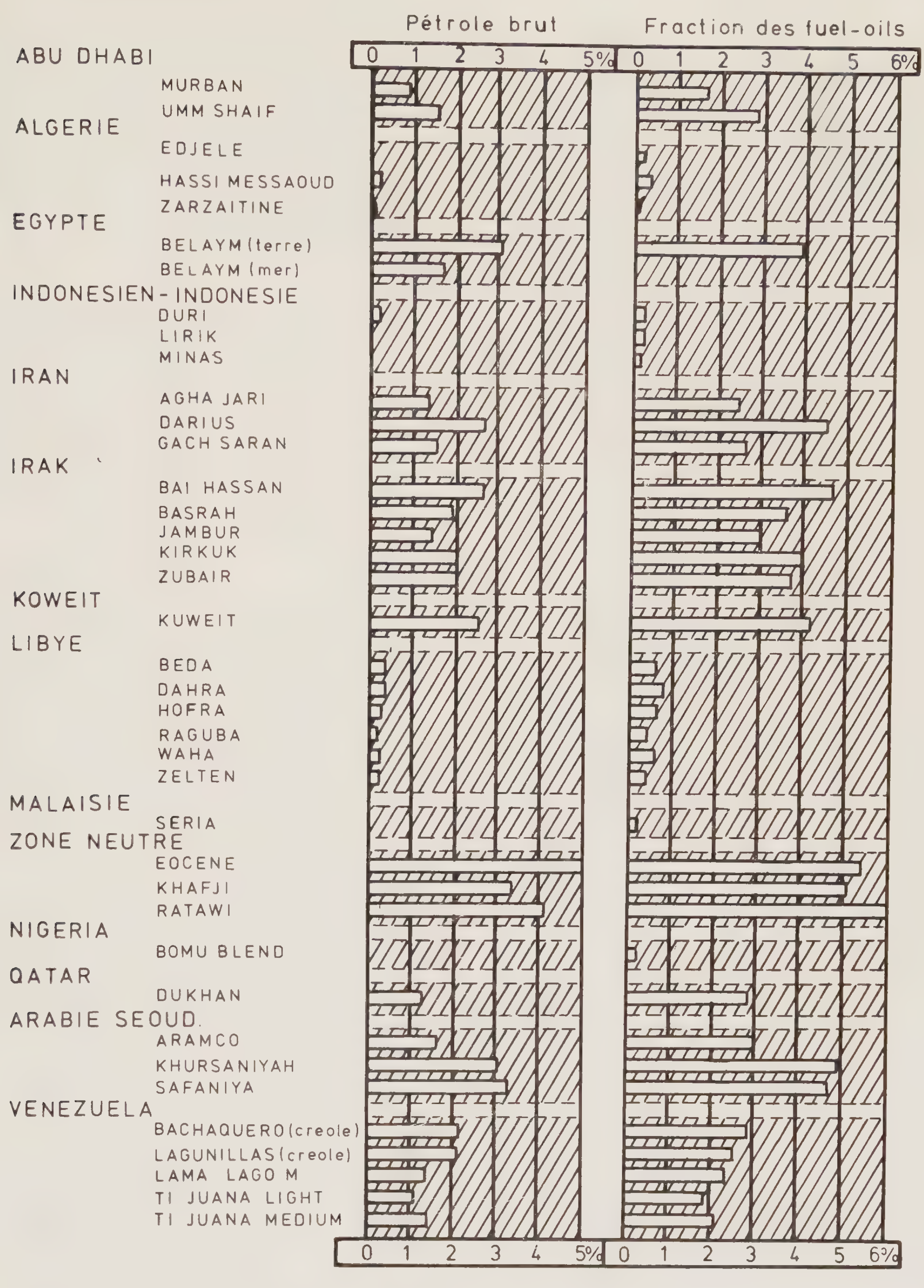


Fig. 3.

Teneur en soufre des principaux pétroles bruts du commerce mondial et des fuel-oils lourds correspondants.
Zwavelgehalte van de voornaamste soorten ruwe aardolie op de wereldmarkt en van de overeenkomstige soorten zware stookolie.

Pétrole brut = *Ruwe aardolie.*
Fraction des fuel-oils = *Fractie van de stookolie.*
Terre = *Land.*
Mer = *Zee.*

Malaisie = *Maleisië.*
Zone Neutre = *Neutrale Zone.*
Arabie Seoudite = *Saoedi-Arabië.*

Les combustibles liquides sont classés en Belgique en 5 catégories sous la dénommination suivante :

Teneur en S max. (en % poids)	
gasoil	1 %
fuel-oil léger	1,5 %
fuel-oil intermédiaire	2,7 %
fuel-oil lourd	3,8 %
fuel-oil extra lourd	4,5 %

(cfr. Tableau II)

In België worden de vloeibare brandstoffen in vijf categorieën ingedeeld onder de hierna volgende benamingen :

Max.S-gehalte (in % van het gewicht)	
Gasolie	1 %
Lichte stookolie	1,5 %
Middelsoort stookolie	2,7 %
Zware stookolie	3,8 %
Zeer zware stookolie	4,5 %

(zie ook tabel II)

TABLEAU II

Catégorie	*Gasoil*	*Fuel-oil léger*	*Fuel-oil intermédiaire*	*Fuel-oil lourd*	*Fuel-oil extra-lourd*
Dénomination	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*
Viscosité : maximum à 20 °C (en c St)	7,4	10	—	—	—
maximum à 50 °C (en c St)	—	—	18	106	418
Point d'éclair : supérieur à (en °C)	50	50	50	55	65
Distillation : à 250 °C (en % volume)	< 65	—	—	—	—
à 350 °C (en % volume)	⩾ 90	< 90	—	—	—
Eau et sédiments : maximum (% volume)	0,10	0,20	0,75	1,25	1,5
Point d'écoulement : maximum (en °C)	—,6	—,6	—	—	—
Teneur en soufre : maximum (en % poids)	1,0	1,5	2,7	3,8	4
Carbone résiduel : maximum (en % poids)	0,10	0,35	—	—	—

TABEL II

Categorie	*Gasolie*	*Lichte stookolie*	*Middelsoort stookolie*	*Zware stookolie*	*Zeer zware stookolie*
Benaming	A	B	C	D	E
Viscositeit : maximaal bij 20 °C (in c St)	7,4	10	—	—	—
maximaal bij 50 °C (in c St)	—	—	18	106	418
Ontvlammingspunt : hoger dan (in °C)	50	50	50	55	65
Destillatie : bij 250 °C (in vol. %)	< 65	—	—	—	—
bij 350 °C (in vol. %)	⩾ 90	< 90	—	—	—
Water en sedimenten : maximaal (% volume)	0,10	0,20	0,75	1,25	1,5
Vloeipunt : maximum (in °C)	—,6	—,6	—	—	—
Zwavelgehalte : maximaal (in % gewicht)	1,0	1,5	2,7	3,8	4
Koolstofresidu : maximum (in % gewicht)	0,10	0,35	—	—	—

Grosso-modo, on peut admettre que ce qui est appelé gasoil A et gasoil B par la Commission des Communautés Européennes correspond respective-

In grote lijnen kan gesteld worden dat wat de Commissie van de Europese Gemeenschappen gasolie A en gasolie B noemt, onderscheidenlijk over-

ment à ce que nous appelons gasoil et fuel-oil léger.

7.1.2. Les émissions de soufre et les nuisances

Il est possible de se livrer à un calcul des émissions globales de soufre provenant, d'une part, des gasoils et, d'autre part, des fuel-oils résiduels en 1980 en tenant compte de l'évolution des consommations et des structures d'approvisionnement en pétrole brut et de les comparer aux émissions de 1970 par exemple, en supposant qu'aucune nouvelle mesure ne soit prise en vue de réduire les émissions.

Un tel calcul a été entrepris par la Commission des Communautés Européennes en prenant comme base d'approvisionnement en pétrole brut l'année 1970 qui était la suivante :

Origine du pétrole brut	%
Moyen-Orient	46,5 %
Afrique	43,6 %
Autres	9,9 %
	———
	100, - %

et en imaginant diverses hypothèses d'approvisionnement en 1980.

Les émissions de soufre varient très fort en fonction des régions et des saisons. Elles dépendent de la concentration urbaine, ainsi que de la nature et de l'importance de l'activité industrielle. Les grandes installations industrielles sont généralement soumises à autorisation de l'autorité compétente fixant des conditions appropriées d'exploitation. Les installations les plus récentes se font en dehors des agglomérations importantes et leurs effluents sont évacués par de grandes cheminées. Les gasoils de chauffage et de diesel sont au contraire consommés au cœur même des agglomérations et les effluents de la combustion du gasoil sont évacués à faible hauteur se concentrant ainsi au niveau du sol.

Du calcul dont il a été question ci-dessus, on peut dire, en gros, que la masse des émissions provenant des fuel-oils est environ 4 fois plus grande que celle des gasoils, mais les pourcentages de ces « émissions » de soufre ne sont pas représentatifs de leurs « nuisances » réelles. On peut même affirmer que la part des nuisances provenant des gasoils (chauffage et véhicules) est nettement supérieure à celle exprimée en pourcentage d'émission de soufre.

7.1.3. Reduction, dispersion et surveillance des émissions soufrées

La procédure d'autorisation d'une installation industrielle importante dans le cadre du Règlement général pour la protection du travail, ou dans le cadre du règlement général de police sur les mines, minières et carrières souterraines prévoit la

eenstemt met wat wij gasolie en lichte stookolie noemen.

7.1.2. Zwavelhoudende emissies en de hinder die ze veroorzaken

Het is mogelijk de gezamenlijke zwavelemissies te berekenen die enerzijds uit gasolie en anderzijds uit residu-stookolie zullen voortkomen in 1980 en rekening gehouden met de ontwikkeling van het verbruik en de structuur van de bevoorrading in ruwe aardolie en die emissies met die van 1970 bij voorbeeld te vergelijken in de veronderstelling dat geen enkele nieuwe maatregel wordt genomen om de emissies te verminderen.

De Commissie van de Europese Gemeenschappen heeft zo'n berekening gemaakt, uitgaande van de bevoorrading in ruwe aardolie van het jaar 1970, die er als volgt uitzag :

Herkomst van de ruwe aardolie	%
Midden-Oosten	46,5 %
Afrika	43,6 %
Andere landen	9,9 %
	———
	100,0 %

en met verschillende hypothesen inzake bevoorrading voor ogen in 1980.

De zwavelemissies zijn zeer veranderlijk volgens de streek en het seizoen. Ze zijn afhankelijk van de stadsconcentratie en van de aard en de omvang van de industriële bedrijvigheid. Grote industriële installaties zijn meestal onderworpen aan een vergunning van de bevoegde overheid, die passende exploitatievoorwaarden oplegt. De jongste installaties worden buiten de grote agglomeraties opgericht en hun afvalstoffen worden door hoge schoorstenen verwijderd. Gasolie voor verwarming en dieselmotoren wordt daarentegen in de agglomeraties zelf verbruikt en de afvalstoffen van de verbranding van gasolie worden op geringe hoogte verwijderd, zodat ze concentraties vormen ter hoogte van de grond.

Voortgaande op de hierboven vermelde berekening, kan men zeggen dat de massa van de emissies voortkomend van stookolie ongeveer vier maal groter is dan die van gasolie, maar de percentages van deze zwavelemissies zijn niet representatief voor de werkelijke hinder die ze veroorzaken. Men kan zelfs zeggen dat de hinder veroorzaakt door gasolie (verwarming en voertuigen) veel hoger ligt dan wat uit het percentage van de zwavelemissie blijkt.

7.1.3. Vermindering, verspreiding van zwavelemissies en toezicht op die emissies

De vergunningsprocedure voor een industriële installatie in het kader van het Algemeen Reglement voor de Arbeidsbescherming of in het kader van de Algemene Politieverordening op de mijnen, graverijen en ondergrondse groeven voorziet in de

consultation du fonctionnaire technique compétent, soit de l'Administration des Mines dépendant du Ministère des Affaires Economiques, soit de l'Administration de la Sécurité du Travail dépendant du Ministère de l'Emploi et du Travail, soit de l'Administration de l'Hygiène Publique. C'est ce fonctionnaire qui propose à l'autorité compétente, en l'occurrence la Députation Permanente du Conseil Provincial ou le gouverneur de la province, après avoir pris éventuellement l'avis des services qui sont régulièrement consultés, les conditions à imposer dans l'arrêté d'autorisation pour prévenir la pollution atmosphérique.

Une telle procédure risque d'être longue et cela d'autant plus que la prévention de la pollution atmosphérique dans le secteur industriel doit être traitée au niveau de la « conception de l'entreprise », c'est-à-dire au niveau de l' « Engineering ». C'est pourquoi, il conviendrait de fixer au plus tôt des prescriptions de portée générale compte tenu de la toxicité, de la nocivité ou de l'incommodité des effluents rejetés dans l'atmosphère, d'une part, et des intérêts économiques de la région et du pays, d'autre part.

C'est dans cet esprit qu'est préparé actuellement un projet d'arrêté royal dont l'objet est limité à la lutte contre le dioxyde de soufre, les fumées et les poussières engendrées par les installations industrielles de combustion.

Les moteurs à combustion interne ou à explosion sont totalement exclus de cet arrêté, ainsi que les installations de combustion faisant partie intégrante d'un processus chimique ou métallurgique de fabrication.

Il est suggéré de faire une distinction entre, d'une part, les centrales électriques thermiques classiques et, d'autre part, les autres installations de combustion.

7.1.3.1. Centrales électriques thermiques classiques

Les charbons belges ont généralement une teneur en soufre volatil inférieures à 1 % en poids et ils ne posent pas de graves problèmes en ce qui concerne les émissions soufrées. Toutefois, l'effet synergétique des particules en suspension et du dioxyde de soufre étant bien connu, il n'est pas possible d'ignorer le problème des particules lorsqu'on aborde celui de la réduction des émissions soufrées.

A l'heure actuelle, les centrales à charbon sont munies de dépoussiéreurs à haut rendement dont la technique a fait de grands progrès au cours de ces dernières années.

Un taux maximum de poussière à l'émission exprimé en mg/m^3, mesuré à 0 °C et à 760 mm de Hg, l'eau étant supposée rester à l'état de vapeur, devrait être fixé suivant que la teneur en

raadpleging van de bevoegde technische ambtenaar, hetzij van de Administratie van het Mijnwezen, die van het Ministerie van Economische Zaken afhangt, hetzij van de Administratie van de Arbeidsveiligheid, die van het Ministerie van Tewerkstelling en Arbeid afhangt, hetzij van het Bestuur van de Volksgezondheid. Het is deze ambtenaar die aan de bevoegde overheid, in dit geval de bestendige deputatie van de provincieraad of de Gouverneur van de provincie, na eventueel het advies van de diensten die reglementair geraadpleegd worden te hebben ingewonnen, de voorwaarden voorstelt die in het vergunningsbesluit dienen opgenomen te worden om luchtverontreiniging te voorkomen.

Een dergelijke procedure kan soms lang duren, vooral omdat het voorkomen van de luchtverontreiniging in de nijverheid op het vlak van de conceptie van de onderneming moet aangepakt worden, d.w.z. op het vlak van de « engineering ». Daarom dienen spoedig voorschriften van algemene draagwijdte te worden vastgesteld, rekening houdende met de giftigheid, de schadelijkheid of de hinder van de in de lucht geloosde afvalstoffen enerzijds en met de economische belangen van de streek en van het land anderzijds.

In die geest wordt thans een koninklijk besluit voorbereid dat beperkt is tot de bestrijding van zwaveldioxyde, rook en stof die door industriële verbrandingsinstallaties verwekt worden.

Verbrandings- of ontploffingsmotoren hebben niets met dat besluit te maken, evenmin als de verbrandingsinstallaties die een integrerend deel van een chemisch of metallurgisch fabrikageproces uitmaken.

Er wordt voorgesteld een onderscheid te maken tussen de klassieke thermische elektrische centrales eensdeels en de andere verbrandingsinstallaties anderdeels.

7.1.3.1. Klassieke thermische elektrische centrales

De Belgische kolen hebben meestal een gehalte aan vluchtige zwavel van minder dan 1 % van het gewicht; zij doen geen zware problemen rijzen wat de zwavelemissies betreft. Maar wegens de bekende samengevoegde werking van zwevende stofdeeltjes en zwaveldioxyde, kan het probleem van de stofdeeltjes niet onverlet gelaten worden wanneer de kwestie van de vermindering van de zwavelemissies wordt aangesneden.

Met kolen gestookte installaties worden thans uitgerust met ontstoffingsinrichtingen met een hoog rendement, waarvan de techniek in de loop van de jongste jaren grote vooruitgang geboekt heeft.

Een maximumhoeveelheid stof bij emissie, in mg/m^3 uitgedrukt, gemeten bij 0 °C en 760 mm kwik, waarbij het water geacht wordt in dampvorm te blijven, zou moeten vastgesteld worden naarge-

cendres des charbons consommés est supérieure ou inférieure à 20 %.

Mais il ne suffit pas que les dépoussiéreurs soient bien construits, il faut aussi qu'ils soient bien exploités, c'est-à-dire correctement surveillés et entretenus. La surveillance du bon fonctionnement est assurée par la conjonction des deux moyens suivants :

— un essai périodique d'efficacité, effectué toujours à la charge maximale continue des chaudières et
— l'équipement des gaines de gaz de combustion, après dépoussiéreurs, d'appareils opacimétriques en service permanent dans les installations dont la puissance thermique totale des chaudières raccordées à la même cheminée ou au même dépoussiéreur est supérieure à 100 MW.

Ces mesures de rendement systématiques et les contrôles permanents à l'opacimètre permettent de maintenir une efficacité aussi élevée que possible des dépoussieurs en renseignant les exploitants sur l'état des appareils et le moment des interventions qu'il peut y avoir lieu d'effecteur pour remédier à des défauts (encrassement des électrodes des dépoussiéreurs électrostatiques, avarie du matériel, etc.).

Chaque fois que les conditions météorologiques apparaissent défavorables à une bonne dispersion des gaz de combustion, compte tenu notamment du site, l'exploitant d'une centrale électrique thermique, alimentée entièrement ou partiellement au combustible liquide, devrait être tenu de prendre toutes dispositions propres à réduire la concentration en dioxyde de soufre des gaz de chaque cheminée à une valeur inférieure ou égale à 2 g/Nm^3, notamment en n'utilisant que du combustible liquide à environ 1 % de soufre. Pour répondre à cet objectif, il convient évidemment que l'exploitant dispose d'un stock de ce combustible permettant le fonctionnement de l'installation pendant un certain temps. Ce temps pourrait être fixé à sept jours consécutifs.

La prévention de la pollution atmosphérique ne constitue qu'un des aspects des problèmes de l'environnement. C'est ainsi que le gaspillage d'énergie doit être évité et qu'il faut viser à une utilisation rationnelle des ressources disponibles. Les déchets de combustibles solides et liquides doivent pourvoir être consommés dans quelques installations de combustion où les cheminées sont bien calculées en vue d'assurer une dispersion convenable des polluants, où les services techniques sont bien formés et bien informés des dangers et des risques et où tout changement de combustible peut se faire en quelques heures comme cela a été exprimé

lang het asgehalte van de verbruikte kolen meer of minder dan 20 % bedraagt.

Maar het is niet voldoende dat de ontstoffingsinrichtingen goed gemaakt zijn, ze moeten ook goed gebruikt worden, d.w.z. juist gecontroleerd en onderhouden worden. De controle op de goede werking wordt gewaarborgd door de twee volgende middelen samen :

— een periodieke doeltreffendheidsproef, altijd bij voortdurende maximumbelasting van de ketels verricht en
— de installatie van opacimetrische toestellen die voortdurend in dienst zijn in de kanalen van de verbrandingsgassen voorbij de ontstoffingsinrichtingen, in de installaties waarvan het totale thermische vermogen van de aan dezelfde schoorsteen of aan dezelfde ontstoffingsinrichting verbonden ketels meer dan 100 MW bedraagt.

Het stelselmatig meten van het rendement en de bestendige controle met een opacimeter laten toe de doeltreffendheid van de ontstoffingsinrichtingen zo hoog mogelijk te houden, omdat ze de exploitant inlichten over de staat van de toestellen en het ogenblik waarop zou moeten ingegrepen worden om defecten te verhelpen (vervuiling van de elektroden van elektrostatische ontstoffingsinrichtingen, beschadiging van het materieel, enz.).

Telkens wanneer de weersomstandigheden, onder meer voortgaande op de vestigingsplaats, ongunstig lijken voor een goede verspreiding van de verbrandingsgassen, moet de exploitant van een volledig of gedeeltelijk met vloeibare brandstof gestookte thermische elektrische centrale alle passende schikkingen treffen om de concentratie van zwaveldioxyde in de gassen van iedere schoorsteen te verminderen tot een waarde van minder dan of gelijk aan 2 g/Nm^3, onder meer door slechts vloeibare brandstoffen met een zwavelgehalte van ongeveer 1 % te verbruiken. Te dien einde moet de exploitant natuurlijk over een voorraad van deze brandstof beschikken die voldoende is om de installatie gedurende een zekere tijd in bedrijf te houden. Die tijd zou op zeven opeenvolgende dagen kunnen vastgesteld worden.

Het voorkomen van luchtverontreiniging is slechts één aspect van de problemen in verband met het leefmilieu. Zo moet verspilling van energie worden vermeden en moet gestreefd worden naar een rationeel gebruik van de beschikbare hulpbronnen. De afval van vaste en vloeibare brandstoffen moet kunnen worden verbruikt in enkele verbrandingsinstallaties, waarvan de schoorstenen goed berekend zijn om een behoorlijke verspreiding van de verontreinigende stoffen te waarborgen, waar de technische diensten goed opgeleid en over het gevaar en het risico goed ingelicht zijn en waar, zoals hierboven gezegd, in enkele uren tijds

précédemment lorsque les conditions de dispersion des polluants sont mauvaises, sans engendrer d'autres risques d'accident catastrophique tel qu'une explosion.

En d'autres termes, il est préférable de brûler la majorité des déchets de combustibles dans quelques unités où il est possible de prendre des mesures de précaution que de les brûler dans un grand nombre de petites installations dispersées.

Il faut cependant espérer que d'ici 1980 des procédés d'épuration des gaz de combustion pourront être mis au point à l'échelle industrielle. C'est pourquoi, il serait souhaitable de limiter à ce moment la teneur maximum admissible en dioxyde de soufre dans les fumées à une valeur de 5 g/Nm^3 faute de quoi la cheminée devrait être surélevée de quelques pourcents.

Les gaz de combustion émis par les centrales électriques véhiculent des quantités plus ou moins importantes de polluants gazeux.

Leur dispersion dans l'atmosphère et les risques de retombées au sol sont fonction des conditions d'émission à l'exutoire des cheminées et des conditions topographiques et météorologiques locales.

De nombreux auteurs proposent des formules de calcul des hauteurs effectives de cheminées nécessaires pour limiter à un niveau donné le taux de concentration en polluants au sol.

Les hauteurs de cheminées des établissements industriels soumis à autorisation pourraient faire l'objet de discussions interminables et elles pourraient être fixées de façon plus ou moins arbitraire si une règle générale n'était pas établie. C'est pourquoi la fixation d'une règle paraît un objectif prioritaire.

La hauteur minimale des cheminées au-dessus du niveau du sol pourrait être calculée en s'inspirant de la formule française pour un ou plusieurs générateurs reliés à la même cheminée.

$$h_p = \sqrt{\frac{340\,q}{C_M}\sqrt[3]{\frac{1}{R\,\Delta T}}}$$

La formule française possède un sérieux avantage par rapport aux autres formules. Elle ne fait appel qu'à des facteurs que l'on peut facilement calculer ou mesurer. Ce sont notamment le débit des gaz de combustion (R) calculé pour la marche à l'allure nominale et sans excès d'air et compté en mètres cubes par heure à la température effective d'émission, le débit total théorique des polluants (q), toujours pour la marche à l'allure nominale, exprimé en kg/heure de dioxyde de soufre et la différence de température (ΔT), exprimée en degré centigrade, entre la température des gaz de

van brandstof kan worden veranderd wanneer de omstandigheden slecht zijn voor de verspreiding van de verontreinigende stoffen, zonder dat die verandering andere gevaren, zoals ontploffingsgevaar, oplevert.

In andere woorden, het is beter de meeste afvalbrandstoffen in enkele installaties te verbranden, waar voorzorgsmaatregelen kunnen worden genomen, dan ze te verbranden in een groot aantal van elkaar verspreide kleine installaties.

Het is evenwel te hopen dat tegen 1980 bepaalde procédés voor het zuiveren van de verbrandingsgassen op industriële schaal tot ontwikkeling zullen kunnen gebracht worden. Daarom zou het wenselijk zijn het hoogst toelaatbare gehalte aan zwaveldioxyde in de rookgassen momenteel tot 5 g/Nm^3 te beperken, anders zou de schoorsteen met enkele percenten moeten verhoogd worden.

De door de elektrische centrales verspreide verbrandingsgassen voeren min of meer aanzienlijke hoeveelheden verontreinigende gassen met zich mee.

De verspreiding van deze stoffen in de lucht en het gevaar voor neerslag op de grond zijn afhankelijk van de emissie-omstandigheden aan de uitgang van de schoorstenen en van de plaatselijke topografische en meteorologische omstandigheden.

Tal van auteurs stellen formules voor, voor het berekenen van de effectieve schoorsteenhoogten die nodig zijn om de concentratie aan verontreinigende stoffen bij de grond tot een bepaald peil te beperken.

Over de hoogte van de schoorstenen van aan vergunning onderworpen industriële inrichtingen zou eindeloos kunnen geredetwist worden en deze hoogte zou op een vrij willekeurige manier kunnen vastgesteld worden indien geen algemene regel uitgevaardigd werd. Daarom lijkt het vaststellen van een regel volstrekt noodzakelijk te zijn.

De minimumhoogte van de schoorstenen boven de grond zou met de Franse formule voor ogen kunnen berekend worden voor een of meer met dezelfde schoorsteen verbonden stoomketels.

$$h_p = \sqrt{\frac{340\,q}{C_M}\sqrt[3]{\frac{1}{R\,\Delta T}}}$$

De Franse formule heeft een groot voordeel op de andere formules. Ze maakt enkel gebruik van factoren die gemakkelijk te berekenen of te meten zijn. Onder meer het debiet van de verbrandingsgassen (R), bij werking tegen de nominale capaciteit en zonder luchtoverschot berekend en in kubieke meter per uur op de werkelijke lozingstemperatuur van de gassen uitgedrukt, het totale theoretische debiet aan verontreinigende stoffen (q), steeds bij werking tegen de nominale capaciteit, in kilogram zwaveldioxyde per uur uitgedrukt, en het verschil, in graden Celsius, tussen de emmissie-temperatuur

combustion à l'émission et la température moyenne de l'air ambiant.

Quant au facteur C_M, il est appelé concentration maximale au sol et il est exprimé en mg/m³. C'est la concentration maximale dans l'environnement que pourra ajouter la nouvelle source. Elle est limitée en France à la différence entre la valeur de référence (0,250 mg/m³) et la moyenne annuelle des valeurs journalières de la pollution dans la région, prise comme pollution de fond. En l'absence de mesure de la pollution de fond, trois valeurs forfaitaires ont été retenues : 0,010 mg/m³ en zone peu polluée, 0,110 mg/m³ dans une zone moyennement industrialisée ou urbanisée, 0,160 mg/m³ dans une zone urbanisée ou très industrialisée.

Il est également prévu, en France, de tenir compte des obstacles se trouvant dans un rayon déterminé autour de l'installation projetée.

En Belgique, le territoire, relativement peu étendu, est divisé en deux parties : « les zones de protection spéciale » et « le reste du territoire du Royaume ».

En dehors des zones de protection spéciale, la pollution de fond n'est pas assez connue à l'heure actuelle et, plutôt que de fixer C_M par différence entre une valeur de référence et la pollution de fond de la région, il serait préférable, dans une première étape, de fixer C_M forfaitairement à 0,200 mg/m³ de dioxyde de soufre en dehors des zones de protection spéciale et 0,100 mg/m³ dans les zones de protection spéciale et de ne pas tenir compte des obstacles, afin d'éviter de donner trop de dérogations notamment pour les installations existantes.

Cette méthode de calcul des hauteurs de cheminées n'est certes pas parfaite. Les experts peuvent encore discuter longtemps sur les avantages et les inconvénients de telle ou telle méthode de calcul, mais il appartient à l'Administration de proposer un choix dans ce domaine.

La proposition qui est faite ici et qui néglige pour des raisons de facilité de contrôle la vitesse de sortie des gaz et les obstacles constitue un premier pas dans la lutte contre la pollution atmosphérique engendrée par les installations industrielles de combustion dont l'efficacité pourra être appréciée par l'étude des résultats des mesures qui seront entreprises dans les années à venir.

Les hauteurs de cheminées ainsi calculées sont celles qu'il y aurait lieu d'adapter si l'installation était isolée dans une région plane. Toutefois, si la présence d'obstacles dans le voisinage d'une installation nouvelle devait avoir une certaine importance sur le calcul de la hauteur de cheminée, il pourrait

van de verbrandingsgassen en de gemiddelde temperatuur van de omgevende lucht (Δ T).

De factor C_M, maximumconcentratie bij de grond genaamd, wordt in mg/m³ uitgedrukt. Het is de maximumconcentratie die door de nieuwe bron aan de omgeving zal mogen toegevoegd worden. In Frankrijk is ze beperkt tot het verschil tussen de referentiewaarde (0,250 mg/m³) en het jaargemiddelde van de dagelijkse waarden van de verontreiniging in de streek, als basisverontreiniging beschouwd. Bij gebrek aan metingen van de basisverontreiniging worden drie forfaitaire waarden aangenomen :

0,010 mg/m³ in licht verontreinigde gebieden,
0,110 mg/m³ in middelmatig geïndustrialiseerde of geürbaniseerde gebieden,
0,160 mg/m³ in geurbaniseerde of sterk geïndusdustrialiseerde gebieden.

In Frankrijk zal ook rekening gehouden worden met de hindernissen die zich binnen een bepaalde straal rondom de ontworpen installatie bevinden.

In België wordt het vrij kleine grondgebied verdeeld in twee delen : « de speciale beschermingszones » en « de rest van het grondgebied van het Rijk ».

Buiten de speciale beschermingszones is de basisverontreiniging niet voldoende bekend op dit ogenblik en liever dan C_M vast te stellen als zijnde het verschil tussen een referentiewaarde en de basisverontreiniging van de streek, zou het in een eerste faze beter zijn C_M forfaitair vast te stellen op 0,200 mg/m³ zwaveldioxyde buiten de speciale beschermingszones en op 0,100 mg/m³ in de speciale beschermingszones en geen rekening te houden met hindernissen. Aldus kan het verlenen van een al te groot aantal afwijkingen onder meer voor bestaande installaties vermeden worden.

Deze methode voor het berekenen van de schoorsteenhoogte is zeker niet volmaakt. Over de voor- en de nadelen van deze of gene berekeningsmethode kunnen de deskundigen nog lang redetwisten, maar de Administratie dient een keuze voor te stellen.

Het voorstel dat hier gedaan wordt en waarin de uittreesnelheid van de gassen en de hindernissen, om de controle te vergemakkelijken, buiten beschouwing gelaten worden, is een eerste stap in de strijd tegen de door industriële verbrandingsinstallaties verwekte luchtverontreiniging; de doeltreffendheid ervan zal kunnen beoordeeld worden door de studie van de uitslagen van de metingen die in de komende jaren zullen worden verricht.

De aldus berekende schoorsteenhoogten zijn die welke zouden dienen aangenomen te worden indien de installatie afgezonderd en in een vlakke streek gelegen was. Mocht de aanwezigheid van hindernissen in de omgeving van een nieuwe installatie enig belang hebben voor het berekenen van

être suggéré une hauteur de cheminée plus élevée en s'inspirant, soit de la formule française, soit d'une méthode de calcul similaire, soit d'un modèle mathématique.

Enfin, il importe de s'assurer, en permanence, que les moyens de prévention de la pollution atmosphérique qui sont proposés atteignent bien le but du maintien d'une qualité correcte de l'air sur le site avoisinant les centrales électriques d'une certaine importance. C'est pourquoi des appareils de mesure de la concentration de l'air au sol en dioxyde de soufre devraient être installés et entretenus par l'exploitant dans le voisinage des grosses centrales. Il est évident que le nombre et les emplacements de ces appareils devraient être déterminés cas par cas compte tenu de la topographie et des conditions climatiques de la région, en accord avec le fonctionnaire technique chargé de la surveillance de l'installation.

Le choix de l'appareil devrait être défini afin que les résultats puissent être intégrés dans le réseau national de mesure.

Ces mesures ont donc pour objectif le contrôle de l'efficacité des « actions anti-pollution » mises en œuvre, la surveillance de l'évolution des concentrations en dioxyde de soufre dans le temps en vue d'assurer une véritable « gestion de l'air », l'action immédiate par changement de combustible en cas de dépassement d'un seuil d'alerte et enfin le choix le plus judicieux d'un emplacement d'installations nouvelles dans le cadre du développement industriel d'une région ou de sa reconversion.

Il paraît indispensable de fixer un seuil d'alerte par une concentration moyenne de dioxyde de soufre sur 24 heures. Cette concentration ne signifierait pas nécessairement un danger immédiat, mais elle indiquerait que des problèmes se posent et que des actions doivent être envisagées, telle par exemple la modification du combustible.

Le changement de combustible serait donc de rigueur chaque fois que les appareils de mesure de concentration moyenne sur 24 heures du dioxyde de soufre du site en question feraient apparaître des concentrations au sol supérieures au seuil d'alerte. Ces mesures seraient maintenues pendant toute la période où cette concentration moyenne sur 24 h resterait supérieure à ce dernier seuil.

7.1.3.2. Les autres installations de combustion

Il s'agirait ici d'installations de combustion qui ne feraient pas partie intégrante d'un processus chimique ou métallurgique de fabrication, ces installations trop spécifiques devant être réglementées séparément.

De nombreuses recherches fondamentales et semi-industrielles ont été entreprises en vue de

de schoorsteenhoogte, dan zou een grotere schoorsteenhoogte kunnen worden voorgesteld, voortgaande op de Franse formule, ofwel op een gelijkaardige berekeningsmethode, ofwel op een wiskundig model.

Ten slotte moet voortdurend nagegaan worden dat de voorgestelde middelen ter voorkoming van de luchtverontreiniging wel degelijk het gestelde doel, nl. het behoud van een passende kwaliteit van de lucht in de omgeving van de elektrische centrales van een zekere omvang, bereiken. Daarom zouden in de nabijheid van de grote centrales toestellen voor het meten van de concentratie van zwaveldioxyde in de lucht bij de grond door de exploitant moeten geïnstalleerd en onderhouden worden. Het aantal en de plaats van die toestellen zouden natuurlijk voor ieder geval afzonderlijk en voortgaande op de topografie en het klimaat van de streek door de met het toezicht op de installatie belaste technische ambtenaar moeten vastgesteld worden.

Een bepaald toestel zou moeten gekozen worden, opdat de verkregen uitslagen in het nationaal meetnet zouden kunnen opgenomen worden.

Deze metingen hebben bijgevolg tot doel de gevoerde acties tegen verontreiniging op hun doeltreffendheid te controleren, de ontwikkeling van de zwaveldioxydeconcentratie in de tijd te volgen ten einde een waar « luchtbeheer » tot stand te brengen, onmiddellijk in te grijpen door verandering van brandstof wanneer een alarmdrempel overschreden wordt en ten slotte de vestigingsplaats van nieuwe installaties in het raam van de industriële ontwikkeling of omschakeling van een streek op oordeelkundige wijze te kiezen.

Het schijnt nodig te zijn een alarmdrempel vast te stellen door een gemiddelde concentratie van zwaveldioxyde op 24 uren. Deze concentratie zou niet noodzakelijk onmiddellijk gevaar opleveren, maar zou aantonen dat er problemen rijzen en dat iets moet gedaan worden, zoals bijvoorbeeld een verandering van brandstof.

Er zou dus van brandstof moeten veranderd worden telkens wanneer de toestellen voor het meten van de gemiddelde concentratie over 24 uren van zwaveldioxyde in de bewuste vestiging concentraties bij de grond aangeven die boven de alarmdrempel liggen. Deze maatregelen zullen behouden blijven zolang die gemiddelde concentratie over 24 uren boven deze laatste grens blijft.

7.1.3.2. Andere verbrandingsinstallaties

Het zou hier gaan over verbrandingsinstallaties die geen integrerend deel uitmaken van een chemisch of metallurgisch fabrikatieproces; deze zeer speciale installaties moeten afzonderlijk gereglementeerd worden.

Voor de ontzwaveling van de verbrandingsgassen is heel wat fundamenteel en semi-industrieel onder-

désulfurer les gaz de combustion, mais, pour la plupart sinon la totalité des installations de combustion dont il est question ici, il semble qu'actuellement le meilleur moyen de réduire les émissions soit de faire usage de combustible à teneur en soufre réduite.

La désulfuration des combustibles liquides est d'ailleurs techniquement possible à l'heure actuelle.

La répartition de la consommation des combustibles (sources d'énergie primaire) au cours de l'année 1973 en Belgique se présente comme suit : 25 % pour les produits solides, 58 % pour les produits liquides et 17 % pour les produits gazeux.

La teneur en soufre des combustibles solides disponibles sur le marché belge pour les installations de combustion est généralement inférieure à 1,5 %; par contre, celle des combustibles liquides peut atteindre jusque 5 %. Quant à celle du gaz, elle est quasi nulle. Seul le combustible liquide peut poser des problèmes.

Les normes d'émission qui devraient être fixées devraient constituer des obligations de résultat.

C'est ainsi que, dans tout le territoire du Royaume, c'est-à-dire aussi bien dans les zones de protection spéciale qu'en dehors de ces zones, dans toutes les petites installations, c'est-à-dire dans les installations de puissance calorifique inférieure ou égale à 1.000.000 kcal/h consommant du combustible liquide, l'émission en dioxyde de soufre ne devra pas dépasser :

1,35 g/Nm³ à partir du Ier octobre 1976.
0,85 g/Nm³ à partir du Ier octobre 1980.

Cette proposition résulte d'une proposition de directive du Conseil des Communautés relative au rapprochement des législations des Etats membres concernant la teneur en soufre des gasoils A et B qui correspondent à notre gasoil et à notre fuel-oil léger.

Ensuite des mesures particulières devraient être prises dans les zones de protection spéciale.

A partir d'une certaine date à déterminer, l'émission de SO_2 devrait être limitée à :

x g/Nm³ pour les installations alimentées aux combustibles liquides d'une puissance calorifique supérieure à 1.000.000 kcal/h et inférieure ou égale à 20 millions de kcal/h et

x' g/Nm³ pour les installations alimentées aux combustibles liquides d'une puissance calorifique supérieure à 20.000.000 kcal/h.

Enfin, en dehors des zones de protection spéciale, à partir d'une certaine date également à déterminer, l'émission devrait être limitée à :

x''g/Nm³ pour les installations alimentées aux combustibles liquides d'une puissance calorifique supérieure à 1.000.000 kcal/h.

zoek verricht, maar voor de meeste, om niet te zeggen alle verbrandinstallaties, schijnt het gebruik van zwavelarme brandstoffen thans het beste middel te zijn om de emissies te verminderen.

Ontzwaveling van vloeibare brandstoffen is op dit ogenblik trouwens technisch mogelijk.

De in 1973 in België verbruikte brandstoffen (primaire energiebronnen) worden als volgt verdeeld :

25 % voor de vaste produkten,
58 % voor de vloeibare produkten en
17 % voor de gasvormige produkten.

Het zwavelgehalte van de vaste brandstoffen die voor de verbrandingsinstallaties op de Belgische markt beschikbaar zijn, ligt meestal beneden 1,5 %, dat van de vloeibare brandstoffen kan daarentegen oplopen tot 5 %. Dat van gas is haast onbestaande. Alleen de vloeibare brandstof kan problemen opleveren.

De emissienormen die zouden moeten vastgelegd worden, zouden op een verplichte uitslag moeten afgestemd zijn.

Aldus zal de emissie van zwaveldioxyde op heel het grondgebied van het Rijk, d.w.z. in de speciale beschermingszones zowel als buiten die zones, in al de kleine installaties, dat zijn die met een stookvermogen van 1.000.000 kcal/h of minder, die vloeibare brandstoffen gebruiken, niet hoger mogen liggen dan :

1,35 g/Nm³ vanaf 1 oktober 1976
0,85 g/Nm³ vanaf 1 oktober 1980.

Dit voorstel is gebaseerd op een richtlijn van de Raad van de Gemeenschappen betreffende de gelijkschakeling van de wetgeving in de lidstaten in verband met het zwavelgehalte van gasolie A en B, die overeenstemmen met onze gasolie en onze lichte stookolie. Vervolgens zouden bijzondere maatregelen moeten genomen worden in de speciale beschermingszones.

Vanaf een later te bepalen datum zou de SO_2-emissie moeten beperkt worden tot :

x g/Nm³ voor de met vloeibare brandstoffen gestookte installaties met een stookvermogen van meer dan 1.000.000 kcal/h en minder dan of gelijk aan 20 miljoen kcal/h en

x' g/Nm³ voor de met vloeibare brandstoffen gestookte installaties met een stookvermogen van meer dan 20.000.000 kcal/h.

Buiten de speciale beschermingszones zou de emissie, vanaf een later te bepalen datum, moeten beperkt worden tot :

x'' g/Nm³ voor de met vloeibare brandstoffen gestookte installaties met een stookvermogen van meer dan 1.000.000 kcal/h.

Ces teneurs maxima à l'émission en SO_2 peuvent être atteintes en ne faisant usage que de combustibles liquides dont la teneur en soufre est inférieure ou égale à celle indiquée dans le tableau III ci-dessous, la combustion devant être considérée comme étant réalisée sans excès d'air, c'est-à-dire en admettant que la quantité d'air nécessaire à la combustion d'un combustible liquide est de 11,120 Nm^3 d'air par kg de combustible, ce qui produit 11,854 Nm^3 de gaz de combustion.

Deze maximale emissieconcentraties van zwaveldioxyde kunnen worden verkregen door enkel vloeibare brandstoffen te gebruiken waarvan het zwavelgehalte kleiner is dan of gelijk is aan datgene aangeduid in onderstaande tabel III, waarbij verondersteld wordt dat de verbranding zonder luchtoverschot gebeurt, d.w.z. dat de hoeveelheid lucht die voor de verbranding van een vloeibare brandstof nodig is gelijk is aan 11,120 Nm^3 lucht per kilogram brandstof, wat 11,854 Nm^3 verbrandingsgassen oplevert.

TABLEAU III

Puissance calorifique des installations en kcal/h	*Dans tout le territoire du royaume. Echéances* 1.10.1976 Emis. max. de SO_2 en g/Nm^3	1.10.1976 teneur max. en S du combustible liquide	1.10.1980 Emis. max. de SO_2 en g/Nm^3	1.10.1980 teneur max. en S du combustible liquide
⩽ 1.000.000	1,35	0,8	0,85	0,5
	Dans les zones de protection spéciale. à une date à déterminer			
> 1.000.000 et ⩽ 20.000.000	x	x . 0,59		
> 20.000.000	x'	x' . 0,59		
	En dehors des zones de protection spéciale. à une date à déterminer			
> 1.000.000	x"	x" . 0,59		

TABEL III

Stookvermogen van de installaties in kcal/h	*Op heel het grondgebied van het Rijk Aanvangsdatum* 1.10.1976 max SO_2-emissie in g/Nm^3	1.10.1976 max. S-gehalte van de vloeibare brandstof	1.10.1980 max SO_2-emissie in g/Nm^3	1.10.1980 max. S-gehalte van de vloeibare brandstof
⩽ 1.000.000	1,35	0,8	0,85	0,5
	In de speciale beschermingszones op een later te bepalen datum			
> 1.000.000 en ⩽ 20.000.000	x	x . 0,59		
> 20.000.000	x'	x' . 0,59		
	Buiten de speciale beschermingszones op een later te bepalen datum			
> 1.000.000	x"	x" . 0,59		

Comme pour les centrales électriques, l'exploitant de très grosses installations de combustion, c'est-à-dire dont l'ensemble des unités de combustion dépasse 100.000.000 kcal/h, alimentées entièrement ou partiellement aux combustibles liquides (c'est-à-dire de puissance calorifique comparable à une centrale électrique de 50 MW) devrait, lorsque les conditions de dispersion des polluants seront défavorables, prendre toute disposition utile pour réduire la teneur en dioxyde de soufre à l'émission à une valeur inférieure ou égale à 2 g/Nm^3 ou pour pouvoir utiliser du combustible liquide à teneur en soufre de l'ordre de 1 %. Dans ce dernier cas, il devrait disposer d'un stock de combustible à basse teneur en soufre permettant le fonctionnement de l'installation pendant 7 jours consécutivement.

Dans tout le territoire du Royaume, pour les installations de combustion de puissance calorifique dépassant 1.000.000 kcal/h, les mesures nécessaires devraient être prises pour disperser correctement les polluants gazeux. A cet effet, la hauteur des cheminées pourrait être calculée comme indiqué ci-dessus pour les centrales électriques.

Nous avons vu qu'il était possible de suggérer un certain nombre de normes de conception, de construction et d'installation (dépoussiéreurs, désulfuration des gaz de combustion, hauteur de cheminées, etc.), de normes d'émission (teneur maximale à l'émission en dioxyde de soufre), de normes d'exploitation (teneur maximale en soufre des combustibles liquides consommés) et de normes d'immission (seuil d'alerte en vue du changement de combustible dans certaines installations de combustion).

Pour pouvoir satisfaire aux normes d'exploitation, il est indispensable de fixer des normes de produits (teneur maximale en soufre des combustibles livrés), c'est-à-dire qu'il est indispensable que les consommateurs de combustibles liquides puissent disposer du combustible de qualité voulue et ce, en quantité suffisante.

Les réductions des émissions proposées imposent un programme de désulfuration des combustibles liquides par étape.

C'est ainsi qu'il ne devrait plus être mis en vente sur le marché belge pour les installations industrielles de combustion autres que les centrales électriques thermiques classiques que des produits dont les teneurs en soufre sont inférieures à celles indiquées au tableau IV.

Zoals voor de elektrische centrales zal de exploitant van zeer grote verbrandingsinstallaties, d.w.z. met een gezamenlijk stookvermogen van meer dan 100.000.000 kcal/h, die geheel of gedeeltelijk met vloeibare brandstoffen gestookt worden (d.w.z. met ongeveer hetzelfde stookvermogen als een elektrische centrale van 50 MW), wanneer de omstandigheden ongunstig zijn voor een goede verspreiding van de verontreinigende stoffen, alle passende schikkingen treffen om het zwaveldioxydegehalte bij de emissie tot 2 g/Nm^3 of minder terug te brengen of om vloeibare brandstoffen met een zwavelgehalte van nagenoeg 1 % te kunnen gebruiken. In dit laatste geval zal hij over een voorraad brandstoffen met een laag zwavelgehalte moeten beschikken die voldoende is om de installatie gedurende zeven opeenvolgende dagen in bedrijf te houden.

Op heel het grondgebied van het Rijk zouden voor de verbrandingsinstallaties met een stookvermogen van meer dan 1.000.000 kcal/h de nodige maatregelen moeten genomen worden om de gasvormige verontreinigende stoffen behoorlijk te verspreiden. Te dien einde zou de hoogte van de schoorstenen kunnen worden berekend zoals hierboven voor de elektrische centrales aangeduid is.

Zoals wij gezien hebben zou het mogelijk zijn een zeker aantal conceptie-, constructie- en installatienormen (ontstoffingsinrichtingen, ontzwaveling van de verbrandingsgassen, schoorsteenhoogte, enz.) voorop te stellen, evenals emissienormen (hoogst toelaatbaar zwaveldioxydegehalte bij emissie), exploitatienormen (hoogst toelaatbaar zwavelgehalte van de verbruikte vloeibare brandstoffen) en immissienormen (alarmdrempel voor het veranderen van brandstof in sommige verbrandingsinstallaties).

Om aan de exploitatienormen te kunnen voldoen, dienen normen voor de produkten te worden vastgesteld (hoogst toelaatbaar zwavelgehalte van de geleverde brandstoffen), d.w.z. dat de verbruikers van vloeibare brandstoffen moeten kunnen beschikken over een voldoende hoeveelheid brandstoffen van de vereiste kwaliteit.

De voorgestelde verminderingen van de emissies vereisen een programma voor trapsgewijze ontzwaveling van de vloeibare brandstoffen.

Aldus zouden voor andere industriële verbrandingsinstallaties dan klassieke thermische elektrische centrales, op de Belgische markt geen andere produkten meer mogen verkocht worden dan die waarvan het zwavelgehalte beneden de in tabel IV aangeduide cijfers ligt.

TABLEAU IV

Produit	*Teneur maximum en S du combustible*	
	1.10.1976	*1.10.1980*
Gasoil	0,5	0,3
Fuel oil léger	0,8	0,5
	à une date à déterminer	
Fuel oil intermédiaire	—	
Fuel oil lourd	x . 0,59	
Fuel oil extra lourd	x' . 0,59 dans les zones de protection spéciale	
	x'' . 0,59 en dehors des zones de protection spéciale.	

7.2. Actions spécifiques à certaines branches d'industrie

La protection de l'environnement réclame une attention particulière à l'égard des activités industrielles qui, en raison des procédés de fabrication, dégradent le mileu ambiant par l'introduction de substances polluantes ou la formation de nuisances.

Il convient dès lors :

— de rechercher, pour chaque branche polluante de l'industrie, les procédés techniques ou autres, susceptibles de diminuer, d'éliminer ou de prévenir l'émission de substances polluantes ou la formation de nuisances et

— d'étudier les modalités pratiques d'application de ces procédés, en particulier leur échelonnement dans le temps, compte tenu des situations existantes, de l'état des connaissances et des techniques, des conséquences économiques, financières et sociales.

C'est là le programme de la Commission des Communautés pour certaines branches d'industrie.

Pour ce qui nous concerne, nous envisageons d'aborder l'étude de deux secteurs industriels dont l'Administration des Mines assure la surveillance, ce sont : les usines sidérurgiques, d'une part, et les cimenteries et fours à chaux, d'autre part.

8. CONCLUSIONS

La préparation de la réglementation antipollution n'est pas chose aisée.

Elle ne peut se faire ni dans la précipitation ni sans avoir mesuré les conséquences des décisions à prendre. Elle doit être mûrement réfléchie, sans cependant vouloir tout résoudre à la fois.

TABEL IV

Produkten	*Maximum zwavelgehalte van de brandstof*	
	1.10.1976	*1.10.1980*
Gasolie	0,5	0,3
Lichte stookolie	0,8	0,5
	op een later te bepalen datum	
Middelsoort stookolie	—	
Zware stookolie	x . 0,59	
Zeer zware stookolie	x' . 0,59 in de S.B.	
	x'' . 0,59 buiten de S.B.	

7.2. Speciale acties in sommige nijverheidstakken

Bij de bescherming van het leefmilieu wordt een bijzondere aandacht gevraagd voor de industriële activiteiten die door hun fabricageprocédés het milieu aantasten, onder meer door de verspreiding van verontreinigende stoffen of door hinder.

Bijgevolg :

— dient voor iedere verontreinigende nijverheidstak te worden nagegaan welke procédés, technische of andere, geschikt zijn om de emissie van verontreinigende stoffen of de hinder te verminderen, uit te schakelen of te voorkomen en

— dienen de praktische toepassingsmodaliteiten van die procédés te worden bestudeerd, meer bepaald de spreiding ervan in de tijd, voortgaande op de bestaande toestanden, de stand van de wetenschap en de techniek, de economische, financiële en sociale gevolgen.

Dat is het programma van de Commissie van de Gemeenschappen voor bepaalde nijverheidstakken.

Wat ons betreft, wij denken eraan twee nijverheidstakken te bestuderen waarop de Administratie van het Mijnwezen toezicht uitoefent : eensdeels de staalfabrieken en anderdeels de cementfabrieken en de kalkovens.

8. BESLUIT

De reglementering tegen verontreiniging voorbereiden is geen gemakkelijke taak.

Ze mag niet met overhaasting verricht worden, of zonder de gevolgen van de te nemen beslissingen te hebben afgewogen. Ze moet goed overwogen worden, hoewel niet alles tegelijk kan opgelost worden.

Les mesures qui seront proposées s'exposeront inévitablement aux reproches de n'être ni complètes ni définitives. Comment pourrait-il en être autrement ? Il n'est pas possible de fixer définitivement ce qui est vie, évolution et progrès.

Si l'évolution des techniques industrielles peut chaque jour créer des dangers nouveaux, les progrès de cette même technique et ceux de l'hygiène peuvent demain faire disparaître certains dangers actuels que nous avons le devoir de déceler et d'analyser en vue d'une mise à jour appropriée.

Van de maatregelen die zullen voorgesteld worden zal altijd kunnen gezegd worden dat ze niet volledig, noch definitief zijn. Hoe zou het anders kunnen ? Wat leeft, verandert en vooruitgaat, kan onmogelijk definitief vastgelegd worden.

Zo de ontwikkeling van nieuwe industriële technieken voortdurend nieuwe gevaren kan opleveren, dan kan de vooruitgang van die technieken en van de hygiëne morgen ook bepaalde gevaren uitschakelen die zich nu voordoen en die wij tot plicht hebben op te sporen en te bestuderen met het oog op een passende bijwerking.

Contribution à la détermination de l'anisotropie mécanique des craies du bassin de Mons

J. BRYCH * et P. SCOKAERT **

RESUME

Le but de nos recherches consistait à vérifier, par une série d'essais de laboratoire, si les craies du bassin de Mons sont susceptibles de présenter une anisotropie mécanique. Dans l'ensemble des méthodes de mesure de laboratoire disponibles, il en existe une dont les résultats peuvent être considérés comme satisfaisants et reproductibles.

Appliquant la méthode de résistance à la compression par poinçons coaxiaux et étudiant la propagation des fissures sur les carottes orientées, il semble y avoir une direction plus fragile, sensiblement est-ouest.

ZUSAMMENFASSUNG

Die Zielsetzung unserer Forschungsbemühungen bestand darin, durch eine Reihe von Laborversuchen nachzuprüfen, ob die Kreidegesteine des Beckens von Mons möglicherweise eine mechanische Anisotropie aufzeigen. In der Gesamtheit der verfügbaren Labormeßmethoden gibt es ein Verfahren, dessen Ergebnisse als befriedigend und reproduzierbar betrachtet werden dürfen.

Bei Anwendung der Druckfestigkeitsmethode mittels koaxialer Stempel und Untersuchung der Ausbreitung der Risse an den ausgerichteten Probekernen scheint sich eine sprödere, ausgesprochen ostwestliche Richtung herauszustellen.

SAMENVATTING

Het doel van onze opzoekingswerkzaamheden bestond erin, door een reeks laboratoriumproeven, na te gaan of het krijt van het Bergense bekken een mekanische anisotropie vertegenwoordigt. Van het geheel van de beschikbare meetmetodes, is er één waarvan de resultaten bevredigend en reproduktief kunnen beschouwd worden.

Bij toepassing van de weerstandsmetode bij druk door koaxiale naalden en bij de studie van de voortplanting van de spleten op dc georienteerde kernen, schijnt deze een zwakkere richting te hebben, gevoelig west-oost.

SUMMARY

The aim of our research was to check, by a series of laboratory tests, whether the limestones of the Mons basin exhibit a mechanical isotropy. The series of laboratory measurement methods available comprises one which yields results which can be considered as satisfactory and reproducible.

The application of the method which measures the compressive strength under the action of coaxial pistons, combined with a study of the propagation of fissures in orientated cores, seems to indicate a direction of greater weakness, which runs broadly along an East-West line.

---

* Ingénieur Civil des Mines et Ingénieur-Docteur chargé de cours à la Faculté Polytechnique de Mons, rue de Houdain, 9 - 7000 Mons.

** Ingénieur Civil des Mines A.I.Ms. (promotion 1974), attaché à la N.V. Kempense Steenkolenmijnen, Houthalen.

C'est en étudiant les possibilités techniques et technologiques de réalimentation artificielle de la nappe des craies du Bassin de Mons que nous avons été amenés à étudier les propriétés mécaniques des craies récupérées, d'une part, sur les chantiers de forage de la Faculté Polytechnique de Mons sous forme de carottes (forées au moyen d'une sondeuse S-33 Foraky équipée d'un carottier double FD 111/78 et/ou de T-101 Diamant Boart)* et, d'autre part, sous forme de blocs orientés, prélevés dans les carrières de la région de Mons.

Le réservoir d'eau potable du Bassin de Mons n'est pas constitué par la roche elle-même mais par le réseau de fissures, diaclases et joints de stratification qui l'affecte et qui est en même temps responsable de sa perméabilité hydraulique.

Le but de nos recherches consistait entre autres à vérifier, par une série d'essais de laboratoire, si :

1) La roche saine en question est susceptible de présenter une anisotropie mécanique et, partant une direction préférentielle suivant laquelle la formation des fissures est favorisée; dans l'affirmative, ce fait aurait pour conséquences :
   - de contribuer à la formation du réservoir hydraulique;
   - d'accroître la perméabilité de l'aquifère dans la(les) direction(s) de fragilité décelée(s).
2) Dans l'ensemble des méthodes de mesure de laboratoire disponibles, il en existe une susceptible de donner des résultats satisfaisants et reproductibles.

Comme les méthodes classiques, c'est-à-dire les essais de compression simple uniaxe et de traction brésilienne, n'ont fait apparaître aucune différence significative entre les trois types de craie examinés (à savoir : la craie de Nouvelles, de Spiennes et de Trivières), d'une part, et entre les directions EW et NS, d'autre part (il en a été de même pour les

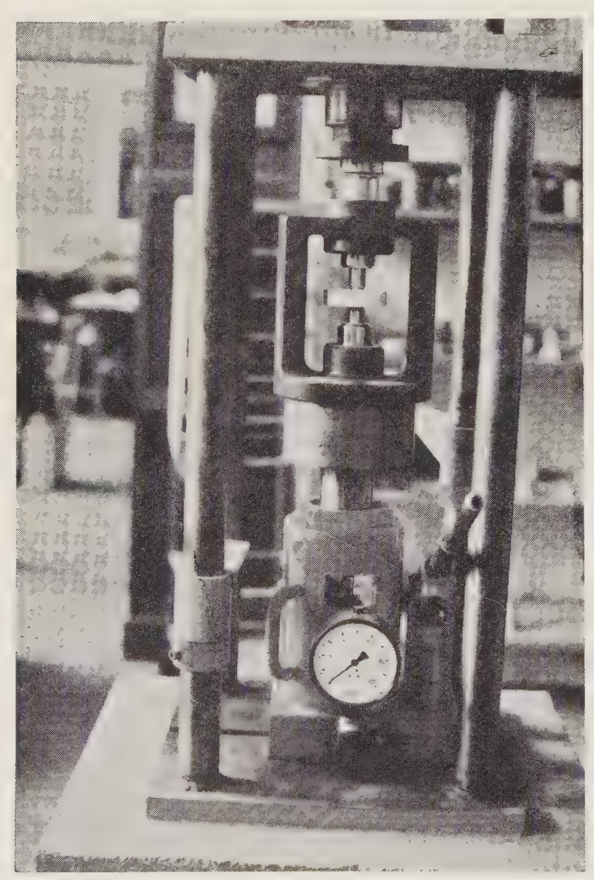
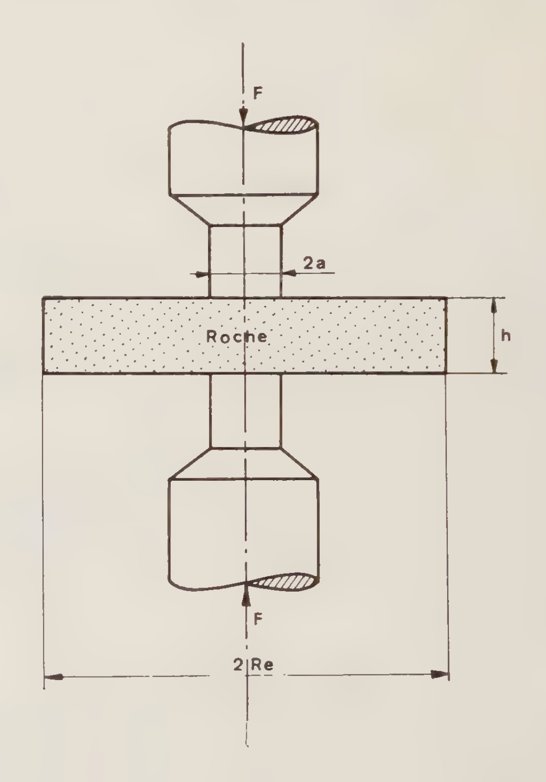


Fig. 1.



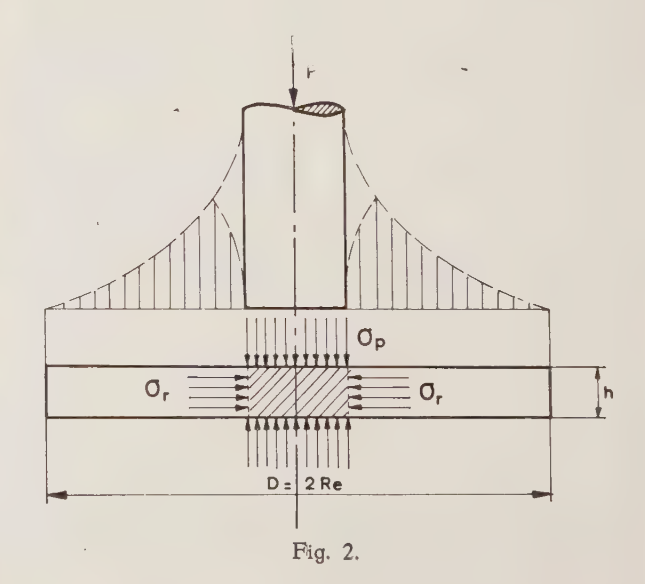


Fig. 2.

(*) Les travaux de forage étant subsidiés par l'I.D.E.A. - Mons.

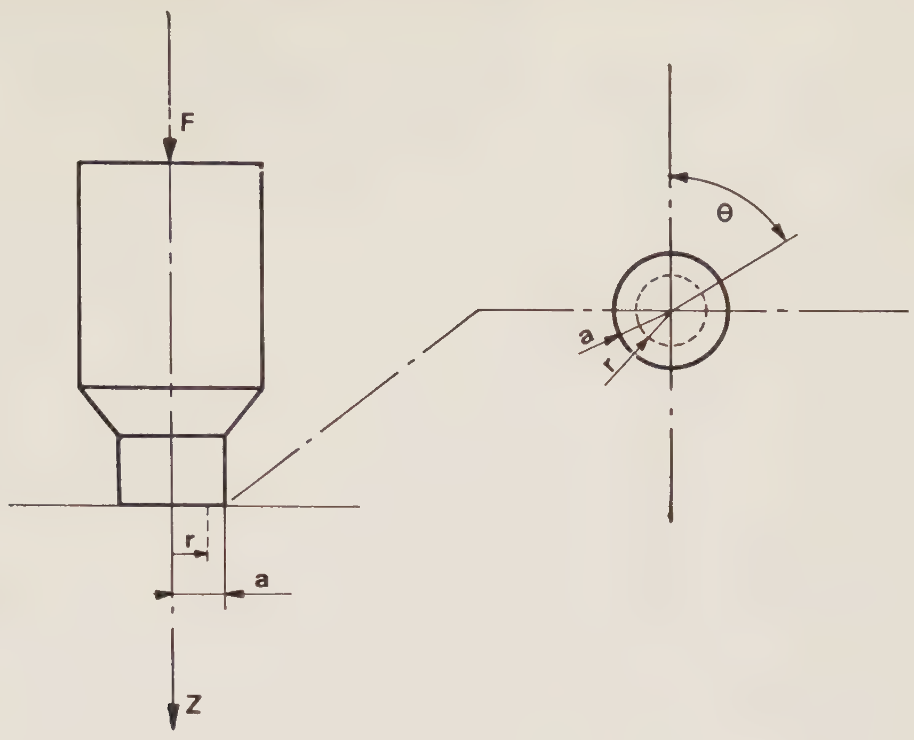


Fig. 3.

essais de cisaillement), nous avons eu recours aux essais de résistance à la compression par poinçons coaxiaux. Cette méthode, inventée par Kuznecov et Matvejev [2], consiste à écraser un disque plat de rayon R_e de la roche à étudier entre deux poinçons coaxiaux (fig. 1 et 2) de rayon *a*, dont les axes communs sont confondus avec celui du disque-échantillon. La partie extérieure de ce disque rocheux agit comme une enveloppe et permet d'éviter l'extension libre de sa partie centrale. L'essai a donc le caractère d'un essai triaxial où la contrainte latérale est assurée en rapport avec les dimensions et avec la ténacité de l'échantillon en question. L'augmentation du rapport R/*a* donne la possibilité d'augmenter le degré de contrainte volumétrique de la roche entre les poinçons.

La pression latérale sur la partie centrale du disque rocheux est exprimée par Kuznecov comme suit :

$$\sigma_r = \frac{\nu\,(R_e^2 - a^2)}{2\ R_e^2}\ \sigma_p \text{ en kgf/cm}^2$$

où σ_p est la pression normale moyenne sur le poinçon. On recommande d'assurer $h = 2R$, ν désigne le coefficient de Poisson.

Nous avons appliqué cet essai, entre autres dans le cadre d'un travail de fin d'études, à des échantillons de craie dans les conditions suivantes.

Les roches sous forme de disques orientés de 70 mm de diamètre et de 16 mm de hauteur ont été conservées en caissons hygrostatisés. Le diamètre des poinçons coaxiaux était de 16 mm et la vitesse de mise en charge maintenue constante était de l'ordre de 500 kgf/min. L'orientation des échantillons a été soigneusement repérée lors de la collecte in situ, d'une part, et lors de la réalisation des disques, d'autre part. Ainsi, les disques réalisés présentent des faces sensiblement horizontales et la direction du sud a été matérialisée par un trait vertical sur la tranche de chaque échantillon. Le

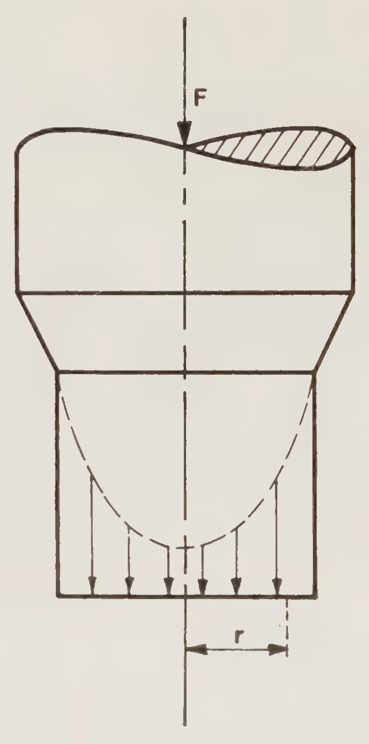


Fig. 4.

TABLEAU I

Résistances à la compression uniaxe en kgf/cm²

Craie de Nouvelles (Ech. N° 177/3-52 à 65)	Craie de Spiennes (Ech. N° 177/3-84 à 96)	Craie de Trivières (Ech. N° 177/3 - 119 à 131)
70,5	54,0	64,1
64,1	73,1	60,3
66,7	71,8	41,3
73,1	54,0	61,7
61,7	60,3	48,9
52,7	62,9	47,6
54,0	75,6	31,2
55,3	60,3	46,4
41,3	52,7	54,0
46,4	61,7	46,4
	54,0	46,4
	52,7	
	54,0	
58,58 kgf/cm²	60,55 kgf/cm²	49,85 kgf/cm²

dispositif dans lequel coulissent les poinçons coaxiaux a été conçu par le laboratoire Mines-Sondages-Mécanique des roches de la Faculté Polytechnique de Mons et réalisé par son atelier central.

Le tableau I donne les résultats de nos essais de laboratoire sur trois types de craies différents. Ces résultats semblent confirmer que la craie de Trivières est plus fragile que celle de Nouvelles et de Spiennes. Mais ces valeurs de résistance à la compression ne présentent qu'un intérêt fort restreint par rapport à l'examen des cassures qui affectent les échantillons après l'essai.

En relevant sur papier calque, par rapport au repère SUD indiqué sur les échantillons, la direction et la forme des fissures qui sont apparues, nous avons tenté de vérifier s'il existait des directions privilégiées de propagation des fissures et cela par voie statistique. Cette analyse appelle un choix d'hypothèses précises, nous supposerons donc que :

1) les poinçons n'ont aucune excentricité entre eux et aucune excentricité par rapport aux échantillons lorsque ceux-ci sont soumis à l'essai envisagé; ils se déplacent d'une manière telle que leurs axes, verticaux, sont toujours confondus avec celui du disque-échantillon;

2) les surfaces inférieures et supérieures des disques-échantillons sont rigoureusement planes, parallèles entre elles et parallèles aux surfaces des poinçons supposées elles aussi parfaitement planes;

3) d'après Bussinesc ' [4], [5], les tensions dues au poinçonnage s'expriment par :

$$\sigma_Z = \int_0^a 3\,p(r)\,Z^3\,(r^2 + Z^2)^{-5/2}\,dr$$

et

$$\sigma_r = \sigma_\theta = \int_0^a \frac{p(r)}{2} - 2(1+\nu)\,Z\,(r^2 + Z^2)^{-3/2} + 3\,Z^3\,(r^2 + Z^2)^{-5/2}\,dr$$

où σ_Z = tension dans la direction de l'axe de symétrie,

$\sigma_{r,\theta}$ = tension dans la direction r,

$p(r)$ = fonction de la répartition de la pression verticale sur la surface du contact poinçon-roche,

ν = coefficient de Poisson.

D'après Businesc toujours, la répartition de la pression sur la surface de contact dans des conditions Z = 0 n'est pas une valeur constante, mais correspond à :

$$p(r) = \frac{F}{2\,\Pi\,a\,\sqrt{a^2 - r^2}}$$

où F = force sur le poinçon,

r = distance de l'axe de symétrie (fig. 4).

Si $r = 0$, $p_{\min} = \dfrac{F}{2\,\Pi\,a^2}$

si $r = a$, $p \to p_{\max}$

Il résulte de ce raisonnement que, si les deux premières hypothèses sont réalisées, les fissures doivent démarrer et se propager *à partir du pourtour du poinçon*. L'évolution de la fissure dans l'échantillon est par la suite aléatoire et en particulier le point de rencontre de la fissure avec le bord extérieur de l'échantillon n'a pas de signification précise.

Nous décidons, en conséquence, d'assimiler les fissures à des rayons dont les directions sont

celles des tangentes aux vraies fissures en leur point d'intersection avec une circonférence centrée sur le centre du disque-échantillon et de diamètre égal à celui du poinçon (fig. 5).

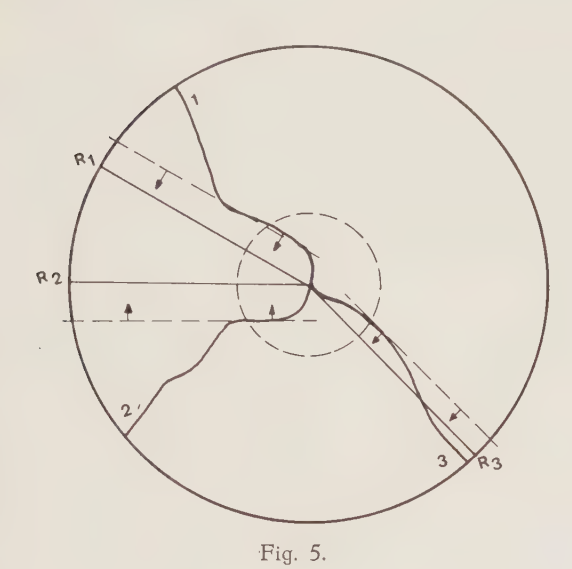


Fig. 5.

4) Au point 3 nous avons dit que nous assimilions les fissures à des rayons. Cette hypothèse en contient implicitement une autre. En effet, on peut généralement considérer que la première fissure court sur un diamètre; une fissure ne pouvant traverser une autre fissure qui existait au préalable, une deuxième fissure prendra l'aspect illustré par la figure 6 (*). Par conséquent, en appliquant la méthode explicitée au point 3, on comptera deux rayons pour la fissure 1 alors qu'il s'agit d'une même et unique fissure. Cette manière de procéder est justifiée par le fait que la première fissure, donc celle qui sera comptée deux fois, est apparue la première et traduit donc une direction particulièrement fragile de la roche.

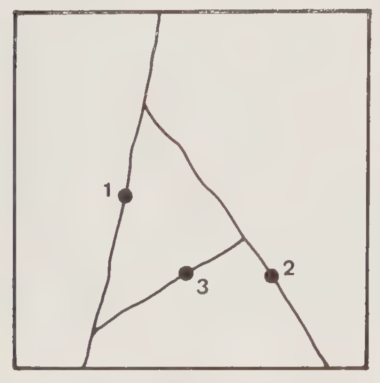


Fig. 6.

(*) Cette observation est exploitée par la police judiciaire pour la détermination de l'ordre dans lequel des balles ont traversé une vitre. Exemple, voir fig. 6 (les trois balles 1, 2 et 3 ont été tirées dans l'ordre).

Ces hypothèses étant posées, nous avons tracé les rayons tangentes définis aux points 3 et 4 et nous avons mesuré au rapporteur les angles qu'ils formaient avec la direction du nord. Nous obtenons les résultats donnés au tableau II.

Nous avons ensuite porté ces valeurs sur trois axes gradués de 0 à 360° (tableau III) afin de comparer la distribution expérimentale des tangentes à une distribution uniforme. Nous ferons dès lors un test d'ajustement en χ^2. Si la distribution expérimentale s'ajuste (avec un seuil de confiance donné) sur la distribution uniforme, c'est que la répartition des fissures a obéi à la seule loi du hasard. Au contraire, si elle ne s'ajuste pas, c'est qu'il existe dans la craie des directions privilégiées de propagation des fissures. Nous nous en tiendrons là mais nous montrerons après que, dans le cas où l'on observe effectivement l'existence de directions privilégiées, on peut, par un calcul sur ordinateur, préciser l'orientation exacte de ces directions.

Le test en χ^2 consiste à calculer une valeur définie par

$$\chi^2_{\text{calc}} = \sum_{c=1}^{n} \frac{(x_c - z_c)^2}{z_c}$$

où x_c désigne le nombre de rayons de la classe c dans la distribution expérimentale

et z_c le nombre de rayons de cette même classe dans la distribution théorique uniforme (Z_c = nombre total de fissures dans la distribution expérimentale $\times$ nombre de degrés embrassés par la classe/360 et à comparer cette valeur à celle donnée par les tables pour le seuil de confiance désiré.

Si χ^2_{calc} est $>$ χ^2 donné par les tables, l'ajustement est à rejeter. Si au contraire $\chi^2_{\text{calc}} < \chi^2_{\text{tabl}}$, on pourra admettre que la distribution expérimentale peut être considérée comme uniforme. Nous avons bien sûr choisi les classes de manière à faire apparaître le mieux possible les anomalies (tableau IV).

On a 11 classes donc 11 degrés de liberté, mais on en supprime un en imposant que la somme des rayons de la distribution théorique soit égale à la somme des rayons de la distribution expérimentale, soit 41.

On entre donc dans la table avec un nombre de degrés de liberté égal à 10 et on voit qu'il y a moins de 30 % de chances pour que la distribution expérimentale puisse être ajustée sur la distribution théorique uniforme. On en conclut donc qu'il y a plus de 70 % de chances pour qu'il y ait des directions privilégiées : cel-

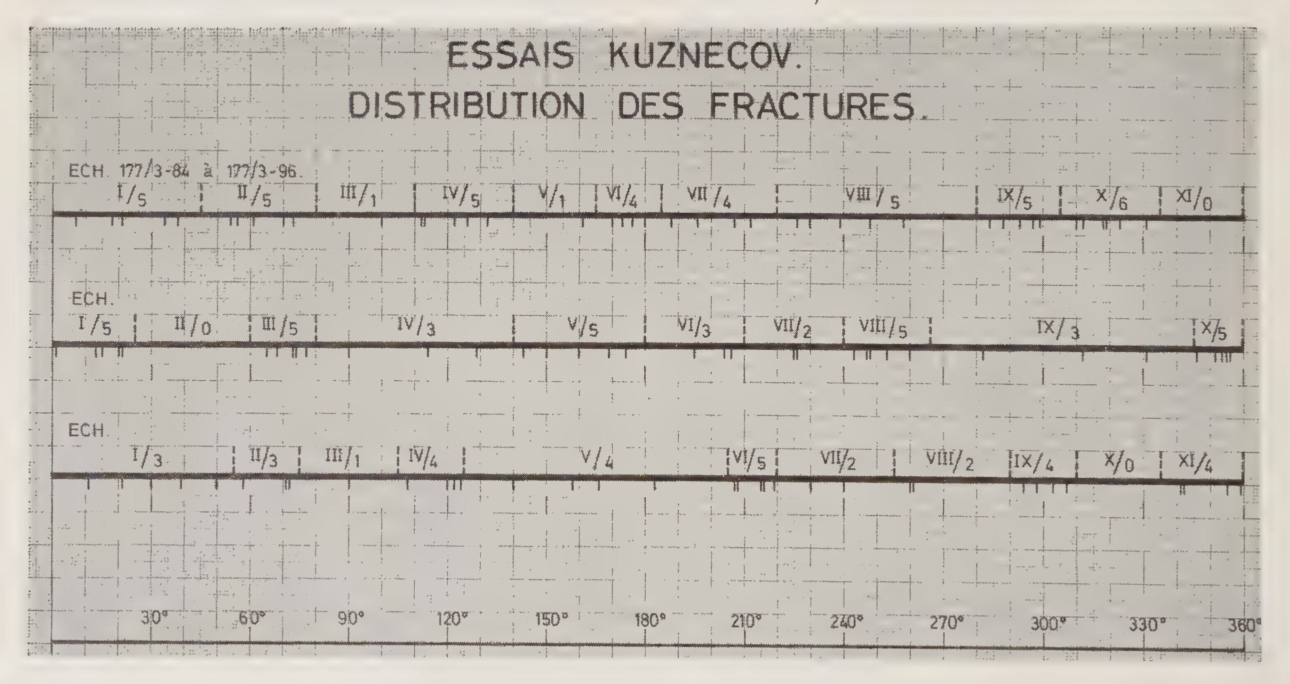
TABLEAU II

Orientation des fissures comptées à partir du nord comme origine des angles et positivement dans le sens horlogique.

Ech. 177/3 - 84 à 177/3 - 96
7, 18, 21, 34, 38, 54, 56, 61, 70, 73, 99, 112, 113, 122, 126, 132, 161, 170, 173, 176, 179, 188, 196, 207, 212, 226, 230, 239, 248, 258, 284, 288, 293, 297, 299, 310, 312, 319, 323, 323, 331
Ech. 177/3 - 119 à 177/3 - 131
1, 13, 15, 20, 20, 65, 68, 73, 73, 77, 90, 114, 129, 143, 150, 160, 169, 174, 195, 204, 206, 225, 226, 243, 247, 248, 253, 260, 282, 312, 331, 347, 352, 354, 355, 355
Ech. 177/3 - 52 à 177/3 - 65
15, 21, 38, 58, 71, 72, 90, 108, 120, 122, 124, 140, 158, 166, 183, 207, 208, 215, 216, 219, 230, 240, 260, 261, 294, 298, 302, 306, 341, 342, 355, 359

TABLEAU III

Essais Kuznecov — Distribution des fractures



les-ci se trouvent dans les classes pour lesquelles le terme

$$\frac{(x_c - z_c)^2}{z_c}$$

est maximum et parmi celles-ci, ce sont celles pour lesquelles $x_c > z_c$ qui constituent les zones de fissuration potentielle.

On retient donc les classes 4, 6, 9 et 10, c'est-à-dire, en considérant les bissectrices de ces secteurs, les directions 125°, 175°, 310° par rapport à la direction du nord (sens horlogique),

TABLEAU IV

Ech. 177/3-84 à 177/3-96 (craie de Spiennes).

Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
x_c	5	5	1	5	1	4	4	5	5	6	0	
z_c	5,125	3,986	3,417	3,417	2,847	2,278	3,986	6,833	2,847	3,427	2,847	
$\frac{(x_c-z_c)^2}{z_c}$	$3{,}05.10^{-3}$	0,258	1,71	0,733	1,71	1,30	$4{,}92.10^{-5}$	0,492	1,73	1,95	2,847	$\chi^2 = \Sigma_{c=1}^{n} \frac{(x_c-z_c)^2}{x_c} = 12{,}633$

avec une forte prépondérance pour la direction de 310° (fig. 7).

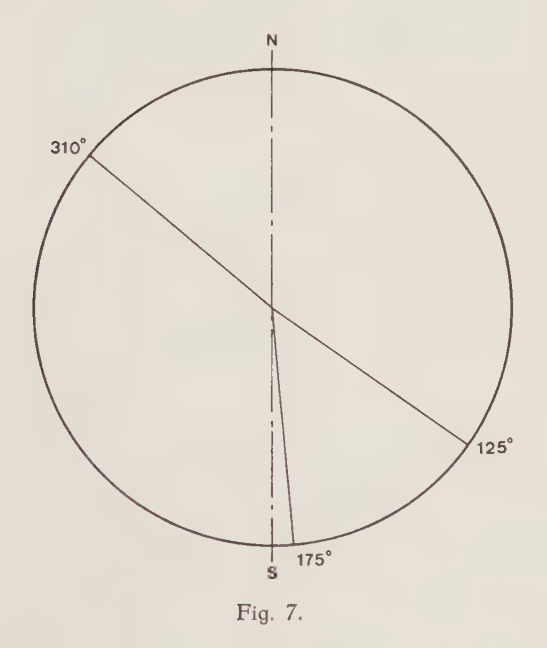


Fig. 7.

Il semblerait donc y avoir une direction fragile dans la craie, grossièrement NO - SE, ce qui correspond sensiblement à la direction de l'écoulement dans la nappe.

Nous reviendrons par après sur ce résultat important. Voyons maintenant si la direction se confirme pour les craies de Trivières et de Nouvelles (tableau V)*.

Dans les tables, on lit Prob ($\chi_9^2 > 21{,}666$) = 0,01, soit 1 %. Il y a donc plus de 99 % de chances pour que la distribution expérimentale n'obéisse pas à la seule loi du hasard. Les directions de fissuration privilégiées sont les bissectrices des classes 1, 3, 8 et 10, soit 12,5°, 70°, 252,5° et 352,5° (fig. 8).

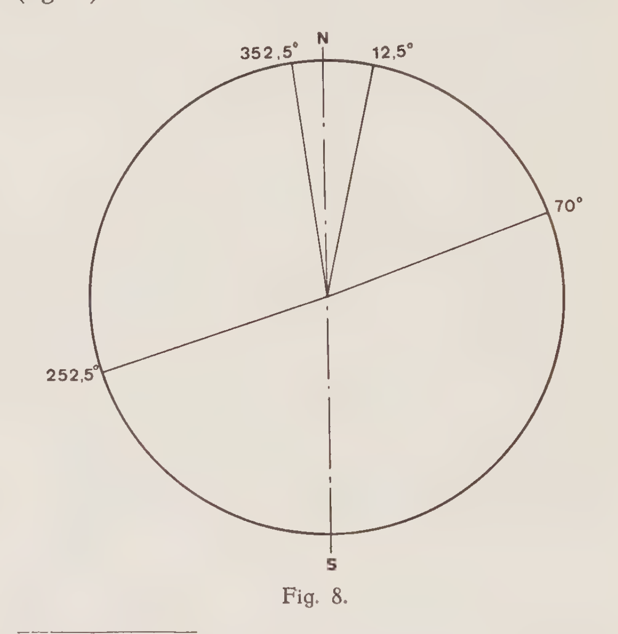


Fig. 8.

(*) Ech. 177/3-119 à 177/3-131 (Craie de Trivières).

TABLEAU V

Ech. 177/3-119 à 177/3-131 (craie de Trivières).

Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
x_c	5	0	5	3	5	3	2	5	3	5	
z_c	2,5	3,5	2	6	4	3	3	2,5	8	1,5	
$\frac{(x_c-z_c)^2}{z_c}$	2,5	3,5	4,5	1,5	0.25	0	0,33	2,5	3,125	8,17	$\chi^2 = \Sigma_{c=1}^{10} \frac{(x_c-z_c)^2}{z_c} = 26{,}375$

TABLEAU VI

Ech. 177/3-52 à 177/3-65 (craie de Nouvelles).

Classe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
x_c	3	3	1	4	4	5	2	2	4	0	4	
z_c	4,89	1,78	2,67	1,78	7,11	1,33	3,11	3,11	1,78	2,22	2,22	
$\frac{(x_c - z_c)^2}{z_c}$	0,730	0,836	1,04	2,77	1,36	10,1	0,396	0,396	2,77	2,22	1,43	$\chi^2 = \Sigma_{c=1}^{11} \frac{(x_c - z_c)^2}{z_c}$ = 24,048

Il semble donc cette fois que la direction de fragilité soit le NE - SO (direction diamétrale), *ce qui correspond encore sensiblement à la direction de l'écoulement dans la nappe.*

Ech. 177/3-52 à 177/3-65 (Craie de Nouvelles) (tableau VI).

Il y a donc encore plus de 99 % de chances pour que la distribution expérimentale n'obéisse pas à la seule loi du hasard.

Les directions de fissuration privilégiées sont les bissectrices des classes 4, 6 et 9 soit 115°, 212,5° et 300° (fig. 9).

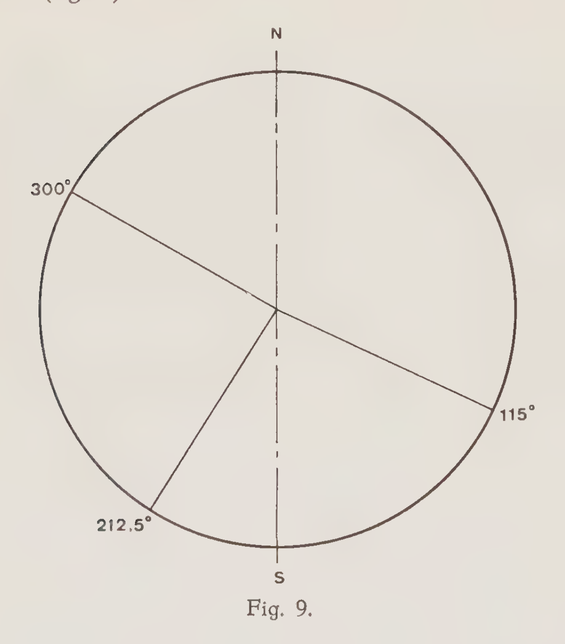


Fig. 9.

Et, cette fois encore, on observe que la direction de fragilité SE-NO correspond à la direction de l'écoulement dans la nappe.

Remarques :

1) Après établissement des figures 7, 8 et 9, nous n'avons plus considéré que les directions sensiblement diamétrales puisque ce sont les fissures diamétrales qui se propagent les premières (cf. hypothèse n° 4).

2) On pourrait déterminer analytiquement les directions privilégiées. Le calcul se fait par approximations successives et nécessite dès lors un ordinateur. Voyons-en le principe.

On détermine *n* classes paramétriques au moyen des angles orientés α_1, α_2, ..., α_{n-1}. Ces angles ont pour origine le rayon vecteur indiquant le nord et pour extrémité le rayon vecteur portant pour numéro l'indice de l'angle (fig. 10).

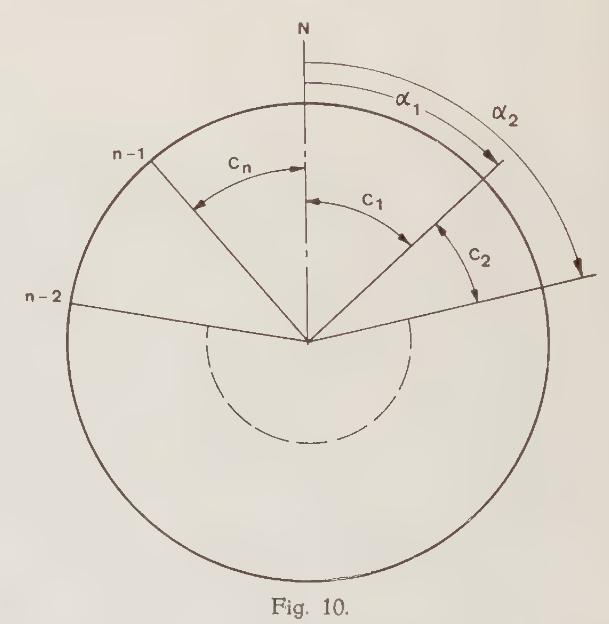


Fig. 10.

Ainsi, par exemple, l'angle α_2 a pour origine la direction du nord et pour extrémité le rayon vecteur 2.

Dans ces conditions, la classe 1 est définie par l'angle α_1, la classe 2 par l'angle $(\alpha_2 - \alpha_1)$. ..., la classe $n - 1$ par l'angle $(\alpha_{n-1} - \alpha_{n-2})$, la classe n par l'angle $(360° - \alpha_{n-1})$. La méthode consiste alors à déterminer, par approximations successives, les valeurs des α_i qui rendent maximum l'expression

$$\chi^2_{n-1} = \sum_{c=1}^{n} \frac{(x_c - z_c)^2}{z_c}$$

Remarquons que les valeurs x_c et z_c étant fonctions des angles α, le calcul revient à résoudre

$$0 = \frac{(d\,\chi^2_{n-1})}{d\,\alpha_i} = \frac{d}{d\,\alpha_i}\left[\frac{(x_c\,(\alpha_i - z_c\,(\alpha_i)^2}{z_c\,(\alpha_i)}\right]$$

$$i = 1, \ldots, n - 1$$

3) Il est évident que, plus on augmente le nombre d'échantillons, plus on réduit la dispersion et, partant, plus on augmente le niveau de confiance, si toutefois les tendances se confirment.

4) Faute d'outillage approprié, il est fort probable que l'hypothèse de travail n° 2 n'ait pas toujours été suffisamment vérifiée. Nous ne pourrions que trop recommander à d'éventuels successeurs dans cette voie de veiller tout particulièrement à ce point. Des surfaces planes et bien parallèles, ainsi qu'un nombre accru d'échantillons devraient avoir pour conséquence de diminuer sensiblement la dispersion de nos résultats.

CONCLUSIONS

1) Les valeurs des charges de rupture semblent indiquer que les trois types de craie présentent des propriétés mécaniques sensiblement équivalentes. Rappelons toutefois les valeurs légèrement plus faibles trouvées pour la craie de Trivières.

2) L'examen des directions des fissures suggère que les craies étudiées ne constituent pas des matériaux isotropes : il semble y avoir une direction plus fragile, sensiblement E-W. Cette direction privilégiée doit être vraisemblablement attribuée à des actions tectoniques antérieures qui auraient laissé subsister des tensions et, surtout, des déformations résiduelles. Comme nous avons effectué nos essais dans un matériau sain (c'est-à-dire apparemment non fissuré), on ne peut pas imputer à la tectonique seule la fissuration observée dans la nappe. Celle-ci serait le résultat de la conjonction de deux facteurs :

— fragilisation de la craie dans la direction E-W par des efforts d'origine tectonique;

— ouverture de fissures suivant les directions les plus fragiles sous l'effet du gradient de pression dû aux eaux météoriques et au plongement des formations crayeuses vers l'ouest.

En résumé, il semble que l'histoire de la nappe des fissures ait été inscrite dans la craie dès après les manifestations tectoniques du sommet du Montien. Le gradient de pression n'a fait que matérialiser une situation potentielle. Il est fort probable que si cette « fragilisation » de la craie n'était pas apparue, la nappe des craies du Bassin de Mons n'aurait jamais existé.

Ces résultats prouvent, une fois de plus, l'élégance et les possibilités des investigations de laboratoire lorsqu'elles sont combinées à une technique exploratoire adéquate, elles peuvent parfois conduire à des résultats surprenants et appréciables, difficilement accessibles aux méthodes in situ.

BIBLIOGRAPHIE

[1] P. SCOKAERT. — Considérations sur les propriétés mécaniques des craies du Bassin de Mons (travail de fin d'études F.P.Ms. 1974).

[2] KUZNECOV et MATVEJEV. — Mechaniceskie ispytanie gornych porod metodom soosnych puansonov (Ugletechizdat Moscou 1957).

[3] J. BRYCH. — Mécanique des roches I vol 1 (notes de cours F.P.Ms. 1972).

[4] J. BOUSSINESQ. — Application des potentiels à l'étude de l'équilibre et du mouvement des solides élastiques (Paris 1885).

[5] L.A. SCHREINER. — Mechaniceskie iabrazivnye svojstva gornych porod (Gostoptechizdat Moscou 1958).

Contribution à la connaissance de l'argile de Boom comme matière première pour l'industrie briquetière

Bijdrage tot de kennis van de Boomse klei als grondstof voor baksteenindustrie

Dr. Noël VANDENBERGHE *

Une étude sédimentologique détaillée de l'argile de Boom (N. Vandenberghe, 1974) a donné lieu à un grand nombre d'analyses de l'argile. Il s'agit d'analyses chimiques et minéralogiques, de caractéristiques granulométriques, de la quantité et de la nature de la matière organique et des carbonates, ainsi que de quelques paramètres physiques. Comme ces données analytiques n'ont pas seulement une signification sédimentologique, mais également une utilité pratique pour l'industrie traitant l'argile, il est intéressant aussi d'étudier ces données du point de vue pratique.

Een uitgebreide sedimentologische studie van de van de Boomse klei (N. Vandenberghe, 1974) heeft aanleiding gegeven tot een groot aantal analyses van de klei. Deze analyses betreffen scheikundige en mineralogische ontledingen, granulometrische karakteristieken, hoeveelheid en aard van het organisch materiaal en karbonaten, alsook enkele fysische parameters. Daar deze analysegegevens niet enkel een zuiver sedimentologische betekenis hebben, doch ook van praktisch nut zijn voor de kleiverwerkende nijverheid, loont het de moeite deze gegevens ook vanuit dit praktisch gezichtspunt te benaderen.

1. LA STRUCTURE EN LITS DE L'ARGILE

La caractéristique la plus surprenante de l'argile de Boom dans les carrières de glaise est sa constitution stratifiée. Divers résultats d'analyse sont couplés à cette alternance de couches.

Il y a trois sortes de lits : ceux qui diffèrent par leur composition granulométrique (alternance de couches très argileuses et plutôt silteuses), ceux qui se manifestent par de hautes teneurs en matière organique (lits noirs) et enfin ceux qui se caractérisent par de plus hautes teneurs en $CaCO_3$; ces derniers lits correspondent le plus souvent aux niveaux des septaria (les septaria sont des concrétions de pierre en forme de pain); les niveaux calcareux sont gris-blanc.

1. DE GEBANDE STRUKTUUR VAN DE KLEI

Het meest opvallende kenmerk van de Boomse klei in de kleigroeven is zijn gebande opbouw. Verschillende analyseresultaten zijn gekoppeld aan deze bandenafwisseling.

Er zijn drie soorten banden : deze die verschillen door hun granulometrische samenstelling (afwisseling van zeer kleiige en eerder siltige lagen), deze die tot uiting komen door hogere gehalten aan organische materie (zwarte banden) en tenslotte deze die zich laten kenmerken door hogere $CaCO_3$ gehalten; deze laatste banden komen meestal overeen met de septaria niveaus (septaria zijn de broodvormige stenige konkreties); de kalkige niveaus zijn witgrijs van kleur.

* Aspirant bij het Nationaal Fonds voor Wetenschappelijk Onderzoek — Laboratorium voor Sedimentologie, Katholieke Universiteit te Leuven, Redingstraat 16bis, Leuven.

Avant d'examiner plus avant les résultats d'analyse, on montrera que la succession des lits suit un modèle bien défini; on peut du moins le montrer pour toutes les carrières de glaise à l'ouest de Wavre Sainte-Catherine (Malines). Sur le terrain, en effet, il faut reconnaître certains lits comme typiques, caractéristiques. Il faut mentionner un lit paraissant légèrement rosâtre (sur parois sèches), qui doit se retrouver dans la région Boom - Terhagen - Rumst, à peu près au milieu de la paroi d'exploitation inférieure. Au milieu de l'argile de la paroi d'extraction supérieure, on peut distinguer deux lits se suivant de très près et très grossiers (lit double); en lieu humide, ils sont d'un gris plus sombre que la glaise environnante. La paroi d'exploitation supérieure est plus sombre que l'inférieure; lorsque la limite entre les argiles plus noires et les argiles plus grises du dessous tombe sur une paroi (et ne correspond pas à peu près avec le palier entre deux parois d'extraction comme c'est le cas à Terhagen), la frontière entre les deux amas d'argile constitue un horizon clairement tracé et facilement reconnaissable (par exemple à Boom, à la base de la paroi d'exploitation supérieure; à Rumst, au sommet de la paroi inférieure). Ces trois lits caractéristiques permettent de relier de manière directe les carrières de Boom, Terhagen, Rumst, Niel, Niel-Schelle, Hemiksem, Steendorp et Kemzeke't Hol; en outre, il faut remarquer non seulement qu'on peut reconnaître les lits caractéristiques, mais qu'on peut parfaitement établir une corrélation entre les différentes carrières pour tout le spectre de bandes, lit par lit. Avec le spectre de bandes ainsi obtenu, on peut également établir une corrélation entre les carrières de Saint-Nicolas, Tielrode, Stekene, Kruibeke et Wavre Sainte-Catherine à l'aide des caractéristiques des niveaux des septaria. Ces niveaux ont des caractéristiques distinctes, comme le nombre de septaria, leur grandeur, leur forme, le recouvrement des failles internes par la calcite, la pyrite ou les deux, également leur position à l'égard des lits granulométriques (à la base, au sommet ou au milieu d'un lit argileux ou silteux); cette corrélation avec les septaria est contrôlée par les données analytiques. La figure 1 donne le résultat de ces corrélations; à côté du spectre de bandes le plus complet qu'on puisse établir après corrélation entre toutes les carrières, on a représenté la part qu'on peut retrouver dans les exploitations distinctes. On donne en outre chaque fois la hauteur du sommet de l'argile dans chaque carrière. L'intérêt d'une telle corrélation n'est pas purement académique, mais cela permet, pour de nouvelles carrières ou extensions vers le bas d'exploitations existantes, de prévoir les caractéristiques de la nouvelle argile à extraire.

Les carrières de Putte, Betekom, Ramsel et Herselt ne sont pas directement corrélables par ce spectre de bandes de la région de Boom et du Pays de Waas, car il y a trop peu de carrières en exploitation dans la région Malines - Aarschot pour permettre une lithostratigraphie aussi détaillée. Leur position présumée

Vooraleer op de analyse resultaten verder in te gaan zal aangetoond worden dat de bandenopeenvolging een wel gedefinieerd patroon vertoont; dit kan aangetoond worden althans voor alle kleigroeven ten westen van Sint-Kathelijne Waver (Mechelen). Sommige banden zijn op het terrein immers reeds als typische, karakteristieke banden te herkennen. Te vermelden zijn een licht rozig schijnende band (op droge wanden) die in de streek Boom - Terhagen - Rumst ongeveer in het midden van de onderste ontginningswand terug te vinden is. In het midden van de klei op de bovenste ontginningswand kunnen twee dicht opeenvolgende zeer grove banden onderscheiden worden (dubbelband); ze zijn in vochtige toestand donkerder grijs dan de omgevende klei. De bovenste ontginningswand is zwarter getint dan de onderste; wanneer de grens van de zwartere kleien met de onderliggende grijzere kleien op een wand valt (en niet ongeveer samenvalt met het palier tussen twee ontginningswanden zoals te Terhagen het geval is) is de grens tussen beide kleipakketten een scherp afgelijnde goed herkenbare horizont (b.v. te Boom, aan de basis van de bovenste ontginningswand, te Rumst aan de top van de onderste ontginningswand). Deze drie karakteristieke banden laten toe de groeven van Boom, Terhagen, Rumst, Niel, Niel-Schelle, Hemiksem, Steendorp en Kemzeke't Hol rechtstreeks met elkaar te korreleren; hierbij dient opgemerkt te worden dat niet enkel de typische banden kunnen herkend worden maar het ganse bandenspektrum perfect band per band korreleerbaar is tussen de verschillende groeven. Met het aldus bekomen bandenspektrum kunnen ook de groeven van Sint-Niklaas, Tielrode, Stekene, Kruibeke en Sint-Kathelijne Waver gekorreleerd worden a.h.v. de kenmerken van de verschillende septariahorizonten. Deze horizonten hebben onderscheiden kenmerken zoals het aantal septaria, hun grootte, vorm, de bedekking van de interne barsten met calciet, pyriet of beide, alsook hun positie t.o.v. de granulometrische banden (aan de basis, de top of midden in een kleiige of siltige band); deze korrelatie met septaria is gekontroleerd door analysegegevens. Het resultaat van deze korrelaties is weergegeven op figuur 1; naast het volledigste bandenspektrum dat men na korrelatie van alle groeven kan opstellen is weergegeven welk gedeelte men in de onderscheiden groeven kan terugvinden; bovendien is het hoogte niveau van de top van de klei in iedere groeve telkens aangegeven. Het belang nu van een dergelijke korrelatie is niet louter akademisch maar het laat tot bij nieuwe groeven of uitbreiding naar onder toe van bestaande exploitaties de kenmerken van de nieuw uit te graven klei te voorspellen.

De groeven te Putte, Betekom, Ramsel en Herselt zijn niet onmiddellijk met dit bandenspektrum in het Boomse en het Land van Waas te korreleren daar er te weinig groeven in het gebied Mechelen - Aarschot in exploitatie zijn om een even gedetailleerde lithostratigrafie toe te laten. Hun vermoedelijke positie t.o.v.

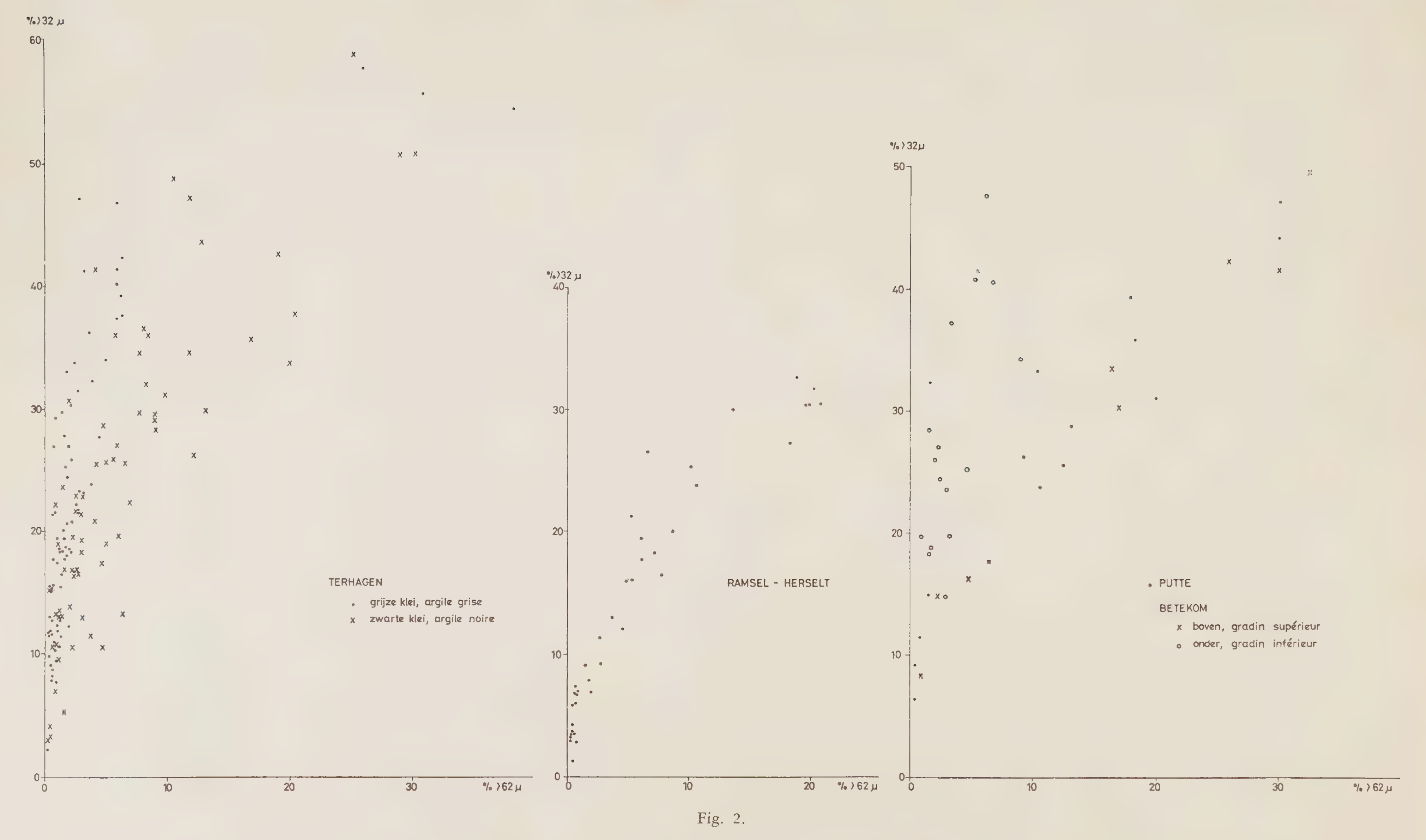


Fig. 2.

Relation entre la teneur en sable (> 62 microns) et la teneur en sable + silt grossier (> 32 microns).

Relatie tussen zandgehalte (> 62 micron) en zand + grof siltgehalte (> 32 micron).

vis-à-vis du profil composé de la région-type est donnée à la figure 1; ceci est basé sur des données purement géométriques.

2. ANALYSE DE LA GROSSEUR DES GRAINS, DE LA MATIERE ORGANIQUE ET DE LA TENEUR EN CARBONATE

En évaluant ces données analytiques, il faut tenir compte du fait que ces facteurs — taille des grains, matière organique et carbonates — varient avec le lit, comme il ressort de la figure 1. Comme ces lits s'étirent latéralement, ces résultats d'analyse des différents lits restent également valables latéralement.

21. Données sur la taille des grains

2.1.a. Les plus gros grains de l'argile de Boom s'échelonnent entre 80 et 100 microns. Les particules les plus grosses sont des feuillets de mica. Le graphique de la figure 1 donne le nombre en p.c. du poids à sec supérieur à 32 microns et/ou supérieur à 62 microns. La figure 2 donne la relation entre plus grand que 32 et 62 microns. La figure 3 donne la relation avec la teneur en argile.

2.1.b. Sur le graphique, on voit déjà tout de suite clairement comment ces dimensions de grains, non seulement varient lit par lit, mais également montrent des

het samengesteld profiel van de typestreek is gegeven in figuur 1; dit is gebaseerd op zuiver geometrische gegevens.

2. ANALYSEN VAN KORRELGROOTTE, ORGANISCHE MATERIAAL EN KARBONAATGEHALTE

Bij het evalueren van deze analysegegevens dient er rekening mee gehouden te worden dat deze faktoren — korrelgrootte, organisch materiaal en karbonaten — bandsgewijze variëren, zoals aangestipt in 1. Aangezien deze banden nu lateraal doorlopen, blijven ook die analyseresultaten van de onderscheiden banden lateraal geldig.

21. Korrelgrootte gegevens

2.1.a. De grofste korrels in de Boomse klei schommelen tussen 80 en 100 micron. De grofste deeltjes zijn micablaadjes. Het aantal, uitgedrukt als percent van het drooggewicht, groter dan 32 micron en/of groter dan 62 micron is grafisch weergegeven op de figuur 1. Op figuur 2 is de relatie tussen groter dan 32 en 62 micron aangegeven. De relatie met het kleigehalte is gegeven in figuur 3.

2.1.b. Op de grafische figuur is reeds onmiddellijk duidelijk hoe deze korrelgrootten niet enkel band per

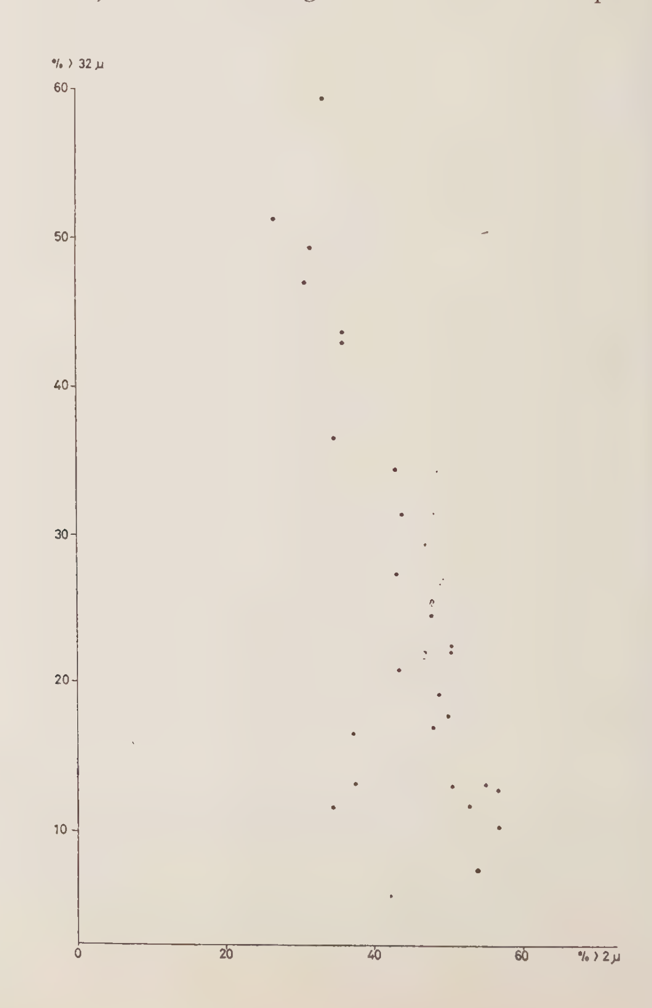


Fig. 3.

Relation entre la teneur supérieure à 32 microns et la teneur en argile (< 2 microns).

Relatie tussen gehalte groter dan 32 micron en kleigehalte (< 2 micron).

tendances plus générales; par exemple, très gros à Saint-Nicolas, ils sont très fins dans la paroi d'exploitation inférieure à Boom-Rumst et de nouveau plus gros dans la paroi supérieure en ce même endroit, comme à Kruibeke. Il est clair que, si l'on veut contrôler la grosseur absolue dans un mélange, il faut tenir compte de l'épaisseur du lit; cette répartition d'épaisseur montre aussi une certaine régularité, ce qu'il est permis de déduire de la figure 1.

2.1.c. La taille des grains est aussi bien directement qu'indirectement importante pour l'industrie briquetière.

Influence directe

Plus les échantillons d'argile sont grossiers, plus ils sont faciles à sécher. La réduction du temps de séchage en faisant des mélanges appropriés n'est pas un facteur sans importance.

Quand le travail manuel intervient dans le processus de formation, la manipulation de la matière est aussi plus aisée avec de l'argile grossière. Pendant le processus de cuisson, la taille des grains est importante pour la perméabilité des gaz formés pendant l'opération de réchauffement. Ces gaz naissent de la décomposition de la matière organique (à partir de ± 250 °C), de carbonates (principalement $CaCO_3$, entre 900° et 1000 °C), de pyrite (formation de SO_2 entre 500 et 600 °C) et beaucoup aussi de la vaporisation de l'eau. Si la taille des grains est trop faible, l'élimination des gaz restera incomplète, tandis que de l'argile trop fine peut également faire naître un gradient de température créant un contour cuit et un noyau insuffisamment cuit.

Influence indirecte

Vu que les grains plus grossiers sont pour la plus grande part constitués de particules de quartz, SiO_2, il faudra tenir compte de leur présence pour éviter la rupture ou la fragilisation de la pierre en produisant un refroidissement adapté et plus lent dans le domaine du saut de quartz (transformation alfa-beta); la température exacte pour cette transformation est 573 ± 1 °C, quoique par des impuretés elle puisse fluctuer entre 500 et 600 °C. La transformation d'échauffement est endothermique (± 1/4 cal/g) et augmente le volume. La réaction est réversible.

22. Matériaux organiques dans l'argile de Boom

2.2. a. La figure 1 donne les quantités et leur distribution sous forme de graphique. Les horizons plus riches sont reconnaissables sur le terrain à leur teinte noire. On remarque qu'à deux exceptions près (juste en dessous du lit rose), toutes les bandes noires se présentent au-dessus d'un niveau déterminé correspondant à peu près au palier entre les deux parois d'exploitation à Terhagen. En dessous de ce niveau, la glaise contient moins de 2 % de matière organique, au-dessus de ce niveau,

band variëren maar ook meer algemene trends vertonen b.v. zeer grof in Sint-Niklaas, zeer fijn in de onderste exploitatiewand te Boom - Rumst, en terug grover in de bovenste wand aldaar, alsook te Kruibeke. Het is klaar dat wil men de absolute grofheid in een mengsel kontroleren men de dikte van de banden in rekening dient te brengen; deze dikteverdeling vertoont ook een regelmaat als af te leiden uit de figuur 1.

2.1.c. De korrelgrootte is zowel rechtstreeks als onrechtstreeks belangrijk voor de steenbakkerijnijverheid.

Rechtstreekse invloed

Hoe grover de stalen klei zijn, hoe gemakkelijker ze te drogen zijn. Het terugbrengen van de droogtijd door gepaste mengsels te maken is een niet onbelangrijke faktor.

Daar waar handwerk gemoeid is bij het vormproces is de manipulatie van de materie ook gemakkelijker bij grovere klei. Tijdens het bakproces is de korrelgrootte belangrijk voor de permeabiliteit van de gassen ontstaan tijdens het verwarmingsproces. Deze gassen ontstaan door ontbinding van organische materiaal (vanaf ± 250 °C), van karbonaten (in hoofdzaak $CaCO_3$, tussen 900 en 1000 °C), van pyriet (SO_2 ontwikkeling tussen 500 en 600 °C) en uiteraard ook van waterverdamping. Indien de korrelgrootte te fijn is zal de ontgassing onvolledig blijven terwijl te fijnkorrelige klei ook een temperatuursgradiënt kan doen ontstaan waardoor een gebakken randzone en een onvoldoende gebakken kern kan ontstaan.

Onrechtstreekse invloed

Aangezien de grovere korrels voor het overgrote deel kwarts partikels zijn, SiO_2, zal met hun aanwezigheid rekening dienen gehouden te worden om het breken of bros worden van de steen te verhinderen door voor aangepaste tragere afkoeling te zorgen in het gebied van de kwartssprong (alfa-beta transformatie); de exacte temperatuur voor deze transformatie is 573 ± 1 °C, doch door onzuiverheden kan deze schommelen in een gebied tussen 500 en 600 °C. De opwarmingstransformatie is endotherm (± 1/4 cal/gr) en volumevermeerderend. De reaktie is omkeerbaar.

22. Organische materialen in de Boomse klei

2.2.a. De hoeveelheden en hun distributie zijn grafisch gegeven in de figuur 1. Rijkere horizonten zijn op het terrein herkenbaar aan hun zwarte kleur. Bemerk dat op twee uitzonderingen na (juist onder de roze band) alle zwarte banden voorkomen boven een bepaald niveau, overeenkomend ongeveer met het palier tussen de twee exploitatiewanden te Terhagen. Beneden dit niveau bevat de klei minder dan 2 % organische materie, erboven kan dit oplopen tot meer dan 5 %.

cela peut monter jusqu'à plus de 5 %. Les matières organiques sont essentiellement d'origine végétale.

2.2.b. Quand on réussit à éliminer les complications provenant, lors du processus de cuisson (adaptation du rythme), de la présence de particules organiques (par exemple, danger pour les noyaux restés réduits), cette présence signifie alors une répartition homogène du combustible et une économie non négligeable de celui-ci.

23. Les carbonates

A quelques exceptions près (Ramsel, Kruibeke), on ne trouva que du $CaCO_3$ (calcite) ; dans les deux carrières citées, on découvrit localement du $FeCO_3$ (sidérite). Le chauffage provoque une décomposition de ces carbonates entre 800 et 900 °C en un produit final hygroscopique CaO et un gaz CO_2 pour $CaCO_3$, en hématite (Fe_2O_3) et CO_2 pour la sidérite. La glaise est encore riche en calcaire entre la bande rose et les deux lits plus épais et un peu plus grossiers à la base de l'argile; pour le reste, le calcaire est irrégulièrement réparti suivant quelques horizons minces, qui correspondent parfois, mais pas toujours, aux niveaux des septaria. Dans les carrières à Putte, Betekom et Herselt, on ne trouva du calcaire que dans les septaria, tandis qu'à Ramsel était présent en plus un mince petit lit calcareux.

Lorsque de plus grands morceaux de calcite (restes de coquilles, petits fragments de septaria) se trouvent dans la forme à cuire le long des bords, ils peuvent être responsables d'éclats d'un ou plusieurs centimètres. Quand $CaCO_3$ est finement réparti (les petites petites particules de calcaire sont inférieures à 2 microns), le $CaCO_3$ présent peut accélérer le processus de séchage.

3. PROPRIETES DE L'ARGILE DE BOOM NE VARIANT PAS SUIVANT LE LIT

31. La présence de pyrite

Les sulfures de fer qui se présentent dans l'argile de Boom sont formés pour une toute grande part de pyrite, tandis que parfois de faibles quantités de marcassite sont également visibles. La teneur en pyrite (FeS_2) dans l'argile de Boom ne peut être rendue simplement par un chiffre, vu sa répartition inhomogène dans la glaise : il y a des concrétions de pyrite dans l'argile de l'ordre du millimètre au décimètre, alors qu'il se présente aussi de petits lits de pyrite. Des valeurs de quelques p.c. de pyrite sont néanmoins globalement représentatives.

Le chauffage dans le four formera vers 500 - 600 °C du gaz SO_2 et Fe_2O_3. Ce SO_2 est un gaz nuisible, aussi bien pour la corrosion des poutres et de la cheminée que du point de vue milieu et hygiène, avec lequel il faut bien tenir compte pour différentes raisons. Lorsqu'il y a trop de pyrite, la brique peut mon-

Het organisch materiaal is hoofdzakelijk van plantaardige oorsprong.

2.2.b. Wanneer men erin slaagt de komplicaties tijdens het bakproces (ritme aanpassing) uit te schakelen die uit de aanwezigheid van organische partikels volgens (b.v. gevaar voor gereduceerd gebleven kernen), dan betekent de aanwezigheid van organische partikels een homogene brandstofverdeling en een niet onaanzienlijke brandstofbesparing.

23. De karbonaten

Op enkele uitzonderingen na (Ramsel, Kruibeke) werd enkel $CaCO_3$ (calciet) gevonden; in de twee vermelde groeven werd lokaal $FeCO_3$ (sideriet) aangetroffen. Bij het verhitten ontbinden deze karbonaten zich tussen de 800 en 900 °C in een hygroskopisch eindprodukt CaO en een gas CO_2 ; evenzo hematiet (Fe_2O_3) en CO_2 uit sideriet. De klei is nog kalkrijk tussen de roze band en de twee dikkere en iets grovere banden aan de basis van de klei : voor de rest is de kalk onregelmatig verdeeld volgens enkele dunne horizonten die soms maar niet altijd overeenkomen met septariahorizonten. In de groeven te Putte, Betekom en Herselt werd enkel kalk in de septaria aangetroffen, terwijl te Ramsel bovendien een dun kalkig bandje aanwezig was.

Wanneer grotere brokstukken calciet (schelpenresresten, brokjes septaria) in de te bakken vorm aanwezig zijn langs de randen kunnen ze verantwoordelijk zijn voor het afspringen van schilfers van één of meerdere cm groot. Wanneer $CaCO_3$ fijn verdeeld is (de kalkpartikeltjes zijn kleiner dan 2 micron) kan het aanwezige $CaCO_3$ het droogproces versnellen.

3. EIGENSCHAPPEN VAN DE BOOMSE KLEI DIE NIET BANDSGEWIJZE VERANDEREN

31. De aanwezigheid van pyriet

De ijzersulfiden die in de Boomse klei voorkomen zijn voor het overgrote deel pyriet, terwijl soms kleine hoeveelheden marcasiet eveneens aantoonbaar zijn. Het pyrietgehalte (FeS_2) in de Boomse klei is niet zomaar met een cijfer weer te geven aangezien het pyriet inhomogeen verdeeld is in de klei : er zijn pyrietkonkreties in de klei van de orde van mm tot dm, terwijl er ook bandjes pyriet voorkomen. Globaal echter zijn waarden van een paar procenten pyriet representatief.

Bij verhitting in de oven zal rond 500 - 600 °C SO_2 gas en Fe_2O_3 gevormd worden. Dit SO_2 is een schadelijk gas, zowel voor de aantasting van de eigen bakinstallatie en schouw als van milieu-hygiënisch standpunt, waarmede om verschillende redenen terdege rekening mee dient gehouden te worden. Wanneer te veel pyriet aanwezig is kan de gebakken steen bij

TABLEAU I

Analyse chimique des échantillons 1 à 16

TABEL I

Chemische analysen van staal 1 tot 16

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Totaal analyse / Analyse totale / (in %) / (en %)															
SiO_2	39,30	69,27	62,62	72,86	54,81	59,52	58,45	64,50	60,45	61,93	55,56	58,31	72,87	51,31	63,04
Al_2O_3	11,12	11,32	13,63	9,66	15,85	13,48	15,94	14,67	11,89	13,27	15,09	15,72	10,61	15,82	12,80
TiO_2	0,57	0,85	0,77	0,66	0,84	0,76	0,85	0,91	0,75	0,81	0,85	0,86	0,77	0,79	0,70
Fe_2O_3	6,59	4,53	5,65	4,26	6,68	5,80	5,01	4,28	3,68	4,31	4,82	4,74	3,21	6,49	4,10
MgO	2,11	1,16	1,50	1,07	1,72	1,46	1,88	1,61	1,51	1,65	1,70	1,72	0,99	1,70	1,24
CaO	14,57	0,43	0,63	0,36	0,54	0,77	0,78	0,41	5,75	4,12	4,47	2,62	0,56	0,47	0,43
Na_2O	0,27	0,38	0,33	0,38	0,28	0,41	0,30	0,50	0,42	0,44	0,37	0,26	0,60	0,35	0,21
K_2O	2,06	2,66	2,81	2,49	2,89	2,64	2,99	3,12	2,69	2,92	2,86	2,87	2,71	2,97	2,64
MnO	0,03	0,01	0,03	-	-	-	0,01	-	0,04	0,01	0,01	-	-	-	-
P_2O_5	0,16	0,06	0,09	0,06	0,10	0,10	0,07	0,05	0,06	0,06	0,06	0,06	0,05	0,07	0,07
SO_3	3,22	2,88	3,49	2,85	4,44	3,86	1,87	1,87	1,45	2,03	2,36	1,50	1,23	4,45	1,95
gewichtsverlies / perte en poids	21,36	6,24	9,00	6,35	12,11	11,47	12,90	7,66	10,80	9,49	10,45	10,70	6,54	15,65	13,7
totaal total	101,37	99,80	100,54	100,99	100,26	100,28	101,05	99,59	99,50	101,04	98,59	99,37	100,13	100,08	100,86
Poriënwater / Eau interstitielle / (in ppm klei) / (en ppm argile)															
Na^+	506,2	76,4	109,5	71,8	159,8	362,6	264,9	255,3	264,9	324,1	284,9	44,4	61,4	22,9	7,4
K^+	757,4	535,3	755,3	253,1	780,2	942,0	1099,7	732,1	757,4	873,6	975,2	659,0	312,9	29,0	73,0
Mg^{++}	768,7	565,5	712,5	737,5	1056,2	1056,2	443,7	962,5	775,5	438,7	431,2	313,7	400,0	2325,0	1762,5
Ca^{++}	2850,0	1437,5	2156,2	1937,2	2325,0	3968,7	1031,2	1287,5	2500,0	1968,7	1218,7	2187,5	2531,2	3843,7	3187,5
Fe^{++}	103,2	38,5	33,2	239,7	340,9	229,2	455,0	21,0	183,7	159,2	329,0	362,2	33,2	568,7	395,5
Uitwisselbare kationen / Cations interchangeables / (in mval/100 g) / (en mval/100 g)															
Na^+	0,23	0,02	0,07	0,03	0,05	0,07	0,05	0,06	0,14	0,11	0,14	0,08	0,02	0,02	0,03
K^+	0,47	0,30	0,46	0,15	0,42	0,34	0,60	0,42	0,54	0,62	0,88	0,44	0,15	0,05	0,06
Mg^{++}	13,48	4,16	4,68	1,96	4,88	3,50	8,28	7,72	6,14	6,46	7,92	4,52	1,86	1,12	0,66
Ca^{++}	5,98	9,04	10,92	3,84	9,04	12,16	18,26	8,48	2,70	13,42	18,36	23,76	19,22	2,36	1,78

trer des taches de rouille après exposition aux conditions atmosphériques variables.

blootstelling aan de meteorologische wisselvalligheden roestvlekken vertonen.

32. La composition minéralogique de l'argile

La composition minéralogique de l'argile est, à quelques détails près, constante sur tout l'amas de glaise. Les analyses quantitatives sont forcément plutôt semi-quantitatives, les quantités de chaque minéral de l'argile ont été obtenues à l'aide de paramètres qui adaptent les intensités sur les diffractogrammes. On peut décrire les résultats comme suit : la moitié environ est constituée d'illite, ensuite, il y a environ 20 % de kaolinite, tandis que le reste — mis à part une partie négligeable d'interstratifications chloritiques — est constitué par des éléments dilatables, qui sont en partie des interstratifications d'illite-smectite, mais qui contiennent certainement aussi de la smectite proprement dite. La composition minéralogique détermine pour une très grande part les propriétés de l'argile à l'échauffement et importe certainement dans la recherche de nouvelles possibilités d'application de l'argile de Boom.

32. De kleimineralogische samenstelling

De kleimineralogische samenstelling is op enkele details na constant over het ganse kleipakket. De kwantitatieve analyses zijn noodgedwongen eerder semi-kwantitatief; de hoeveelheden van ieder kleimineraal werden bekomen a.h.v. parameters die de intensiteiten op de diffraktogrammen aanpassen. Men kan de resultaten als volgt omschrijven : de helft ongeveer wordt uitgemaakt door illiet, daarnaast komt ongeveer 2 per tien kaoliniet voor terwijl de rest — buiten een te verwaarlozen deel chloriethoudende interstratificaties — uit zwelbare elementen bestaat die deels illiet-smectiet interstratificaties zijn maar beslist ook smectiet zelf bevatten.

De kleimineralogische samenstelling bepaalt voor een zeer belangrijk deel de eigenschappen van de klei bij het verhitten en is zeker belangrijk bij het zoeken naar nieuwe toepassingsmogelijkheden met de Boomse klei.

33. La composition chimique

3.3.a. Analyses totales.

Un certain nombre d'analyses sont données dans le tableau 1. Les éléments Si, S et C furent déjà traités. Les teneurs en Al_2O_3 augmentent la résistance au feu. Les bases K_2O et Na_2O sont des fondants.

Les éléments Ti, Ca, Fe déterminent la teinte jaune ou rouge de la pierre. Des teneurs trop élevées en Mn donnent facilement des briques tordues.

3.3.b. Eléments solubles dans l'eau et interchangeables.

Ces éléments sont principalement Na, Ca, Mg, K, tandis que Fe se présente uniquement dans les fractions solubles dans l'eau. Comme principal anion, Camerman (1939) mentionne le sulfate. Aussi bien les quantités totales que la nature des cations et anions sont très importantes pour l'effet d'efflorescence et pour la couleur.

33. De chemische samenstelling

3.3.a. Totaal analyses.

Een aantal analyses zijn gegeven in tabel 1. De elementen Si, S en C werden reeds besproken. Al_2O_3 gehalten verhogen de vuurvastheid. De alkaliën K_2O en Na_2O zijn baktemperatuur verlagers.

De elementen Ti, Ca, Fe bepalen de gele of rode kleur van de steen. Te hoge Mn gehaltes leveren gemakkelijk kromme stenen.

3.3.b. Wateroplosbare en uitwisselbare elementen.

Deze elementen zijn voornamelijk Na, Ca, Mg, K terwijl Fe alleen in de wateroplosbare uitlogingen voorkomt. Als voornaamste anion wordt sulfaat vermeld door Camerman (1939). Zowel de totale hoeveelheden als de aard van de kationen en anionen zijn belangrijk voor het uitbloeiingseffekt en voor de kleur.

REMERCIEMENTS

Nous remercions Messieurs L. NIJS de la « N.V. Klein Boom » à Putte et J. TROMMELMANS de S.V.K. à Saint-Nicolas, pour l'aide et les suggestions qu'ils nous ont apportées dans la conversion des données.

BEDANKINGEN

We zijn de heren L. Nijs van N.V. « Klein Boom » te Putte en J. Trommelmans van S.V.K. te Sint-Niklaas erkentelijk voor de hulp en de suggesties die we bij de verwerking van de gegevens van hen gekregen hebben.

BIBLIOGRAPHIE

CAMERMAN, C., 1939. — Données sur la constitution chimique des argiles belges.
Bull. Soc. Belg. Géol., t. 49.

VANDENBERGHE, N., 1974. — Een sedimentologische studie van de Boomse kei.
Onuitg. doctoraatswerk, KUL.

BIBLIOGRAFIE

CAMERMAN, C., 1939. — Données sur la constitution chimique des argiles belges.
Bull. Soc. Belg. Géol., t. 49.

VANDENBERGHE, N., 1974. — Een sedimentologische studie van de Boomse klei.
Onuitg. doctoraatswerk, KUL.

Soutènement des galeries *

Ondersteuning galerijen

Henry van DUYSE **

RESUME

Dans les chantiers actuels fort mécanisés, la pose de soutènement et de garnissage prend souvent plus de 50 % du temps de travail utile. La tendance actuelle est en plus d'augmenter encore notablement la section des galeries.

Le présent rapport traite des nouvelles techniques dont certaines sont encore au stade des essais :

- *nouvelles méthodes de garnissage : anhydrite et béton, pour remplacer le garnissage manuel au moyen de pierres provenant des déblais;*
- *divers modes de traitement des parois rocheuses par injection de mortier ou de résine, par boulonnage, par projection de béton ou de mortier pour rendre la roche autoportante et la faire contribuer ainsi au soutènement des voies;*
- *différents types de gunitage :*
  - *à sec ou humide,*
  - *ajout de divers additifs,*
  - *utilisation de fibres métalliques ou autres pour donner une certaine résistance à la traction;*

SAMENVATTING

In de huidige, sterk gemechaniseerde werkplaatsen neemt het plaatsen van de ondersteuning en van de bekleding meestal meer dan 50 % van de nuttige werktijd in beslag. Bovendien wil men volgens de huidige tendens de sektie van de galerijen nog aanzienlijk vergroten.

Dit verslag handelt over de nieuwe technieken waarvan sommige nog in het proefstadium zijn :

- *nieuwe bekledingsmethodes : anhydriet en beton ter vervanging van de bekleding met de hand door middel van stenen uit de werkplaats;*
- *diverse behandelingswijzen van de rotsachtige wanden door injectie met mortel of hars, door verankering, door beton- of mortelprojectie om het gesteente zelfdragend te maken en te doen helpen bij de ondersteuning van de galerijen;*
- *verschillende wijzen van cementspuiten :*
  - *droog of vochtig,*
  - *gebruik van diverse toevoegstoffen,*
  - *gebruik van metaal- of andere vezels om een zekere trekweerstand te bekomen;*

---

* Exposé présenté aux Journées d'Information sur les « Techniques de Creusement dans les Charbonnages » organisées par la Commission des Communautés Européennes à Luxembourg, novembre 1973.

** Ingénieur Civil des Mines, Chef de Section de Recherches à l'INIEX, rue du Chéra, 200 - B-4000 LIEGE.

* Voordracht gehouden tijdens de informatiedagen over de « Drijftechnieken in de steenkoolmijnen », georganiseerd door de Commissie der Europese Gemeenschappen in Luxemburg, november 1973.

** Burgerlijk Mijningenieur, Hoofd van de afdeling Opzoekingen bij het NIEB, rue du Chéra, 200 - B-4000 LIEGE.

- *nouvelles pompes pour le gunitage, l'injection ou le remplissage;*
- *divers treillis devant servir de coffrage pour le garnissage;*
- *extension du boulonnage;*
- *jumbos de boulonnage plus perfectionnés;*
- *introduction de panneaux en béton armé.*

Le temps total moyen par mètre de galerie consacré à la pose de quelques soutènements est le suivant :

- *220 min Hp/m pour la pose des treillis et des boulons dans les galeries au rocher de Lorraine (section de 28 m²);*
- *250 à 300 min Hp/m pour la pose des cadres habituels cintrés en couronne ainsi que du garnissage (section utile de 12 m² et en supposant 2 cadres au mètre de galerie); prix de deux cadres TH de 29 kg/m : 7000 FB/m;*
- *614 min Hp/m pour la pose des claveaux en béton des galeries circulaires de Campine (diamètre intérieur : 4,50 m - mais sans aucun remplissage de vide de couronne);*
- *267 min Hp/m pour la pose des panneaux en béton armé (diamètre intérieur de 4,20 m) temps auquel il faut ajouter 45 min Hp/m pour la projection de graviers à front. (L'injection de mortier à l'arrière par une équipe auxiliaire (dont les salaires sont la moitié de ceux des fronts) demande encore 270 min Hp/m mais n'empêche pas l'avancement des fronts). Le prix du soutènement est de 7000 FB/m;*
- *810 min Hp/m pour les cadres circulaires bétonnés dans le bassin d'Aix-la-Chapelle (diamètre intérieur de 5,20 m); prix du soutènement : 9000 FB/m.*

Un avantage important du soutènement par panneaux est l'absence de tout personnel à l'arrière pour le transport et la manutention du matériel.

Quand les circonstances géologiques et tectoniques le permettent, c'est le boulonnage réalisé en Lorraine qui est le revêtement dont la pose est la plus rapide, tout en étant aussi le moins cher (10 boulons et un treillis par mètre de galerie). Ces

- *nieuwe pompen voor het spuiten, het injecteren of het vullen;*
- *divers vlechtwerk dat moet dienst doen als bekisting bij de bekleding;*
- *uitbreiding van de verankering;*
- *geperfectioneerder verankeringsjumbo's;*
- *inschakeling van panelen in gewapend beton.*

De totale gemiddelde tijd per galerijmeter voor het plaatsen van enkele ondersteuningen :

- *220 min Hp/m voor het plaatsen van het traliewerk en de bouten in de rotsgalerijen van Lotharingen (sektie 28 m²);*
- *250 tot 300 min Hp/m voor het plaatsen van de gebruikelijke kroongewelfde ramen, alsook voor de bekleding (nuttige sektie van 12 m² in de veronderstelling dat er per meter galerij 2 ramen voorhanden zijn); prijs van twee TH-ramen van 29 kg/m : 7000 BF/m;*
- *614 min Hp/m voor het plaatsen van de betonblokken in de cirkelvormige galerijen van de Kempen (binnendiameter : 4,50 m - maar zonder enige vulling van de lege ruimte in het kroongedeelte);*
- *267 min Hp/m voor het plaatsen van de ramen in gewapend beton (binnendiameter bedraagt 4,20 m) aan de huidige tijd dient 45 min Hp/m toegevoegd te worden voor het inspuiten van grint aan het front. (Het inspuiten van mortel aan de vullingszijde door een hulpploeg (waarvan de lonen slechts de helft bedragen van deze van de arbeiders aan het front) nemen nog eens 270 min Hp/m in beslag, maar dit betekent voor de voortschrijding aan het front geen hinder). De prijs van de ondersteuning beloopt 7000 BF/m;*
- *810 min Hp/m voor de gebetonneerde cirkelvormige ramen in het Bekken van Aken (binnendiameter bedraagt 5,20 m); prijs van de ondersteuning : 9000 BF/m.*

Een belangrijk voordeel van de ondersteuning met panelen is dat er geen personeel nodig is aan de vullingszijde voor het transport en de verlading van materieel.

Indien de geologische en tektonische omstandigheden het toelaten, is de ankerboutondersteuning welke in Lotharingen verwezenlijkt werd de ondersteuning welke het snelst geplaatst kan worden, en tegelijkertijd de goedkoopste (10 bouten en één tra-

conditions favorables sont malheureusement rares dans les autres bassins.

Dans le cas des cadres habituels, c'est la pose du garnissage qui est l'opération la plus difficile à mécaniser. De nombreux essais sont en cours en Allemagne pour trouver une solution à ce problème : gunitage des parois renforcé par treillis, fibres métalliques, boulons et même cadres réticulés, pompage de béton derrière des tôles-coffrages des types Salzgitter, Bernold, ...

Pour les galeries où les pressions de terrains sont importantes, des revêtements circulaires par cadres bétonnés ou par éléments préfabriqués en béton conviennent très bien. En particulier, les panneaux en béton armé permettent une mécanisation intégrale de leur pose et du remplissage du vide entre le revêtement et le terrain. Ce soutènement évite le soufflage des galeries et réduit considérablement les pertes de charge, de courants d'air de ventilation.

liewerk per meter galerij). Deze gunstige omstandigheden komen in andere bekkens spijtig genoeg maar al te zelden voor.

In het geval van de gewoonlijk aangewende ramen, stellen zich bij het plaatsen van de bekledingsoperatie de moeilijkste problemen om over te gaan tot een doorgedreven mechanisatie. In Duitsland worden talrijke proeven gedaan om aan dit probleem een oplossing te geven : gunniteren van wanden, welke met een traliewerk versterkt werden, metaalvezels, bouten en zelfs ramen met kruisdraden, pompen van beton achter kappen-bekistingen van het type Salzgitter, Bernold, ...

Voor de galerijen waar een niet te verwaarlozen gesteentedruk heerst, worden goede resultaten behaald met cirkelvormige bekledingen met gebetonneerde ramen of met prefabelementen in beton. Panelen in gewapend beton laten in het bijzonder toe over te gaan tot een integrale mechanisatie van hun plaatsing en van hun opvulling van de lege ruimte tussen de bekleding en het gesteente. Deze ondersteuning voorkomt het zwellen van de galerijen en herleidt het drukverlies aanzienlijk, alsook de luchtstromen van de ventilatie.

ZUSAMMENFASSUNG

In den heutigen, weitgehend mechanisierten Betriebspunkten nimmt das Einbringen des Ausbaus und des Verzugs häufig mehr als 50 % der nutzbaren Arbeitszeit in Anspruch. Hinzu kommt, daß die derzeitige Tendenz in Richtung einer weiteren, beträchtlichen Vergrößerung des Streckenquerschnitts geht.

Der vorliegende Bericht befasst sich mit neuen technischen Verfahren, bei denen gewisse Methoden sich noch in der Erprobungsphase befinden :

- *neue Verzugsmethoden : Anhydrit und Beton zum Ersetzen des handeingebrachten Verzugs mittels Ausbruchgestein ;*
- *verschiedene Methoden zur Behandlung der Felswände durch Verpressen von Mörtel oder Harz, Ankerausbau, Aufspritzen von Beton oder Mörtel um das Gestein selbsttragend zu gestalten und es damit zum Ausbau der Strecken beitragen zu lassen ;*
- *verschiedene Spritzbetonverfahren ;*
  - *trocken oder feucht,*
  - *Beifügung unterschiedlicher Zusatzmittel,*
  - *Einsatz von Metall- und anderen Fasern zum Verleihen eines gewissen Zugwiderstands ;*

SUMMARY

In modern highly-mechanised workings, setting the supports and lagging often takes up more than 50 % of effective working time. Moreover, the present trend is to have considerably larger roadway cross-sections.

This article deals with the following new techniques, some of them only in the trial stage :

- *new lagging methods involving the use of anhydrite or concrete, to replace manual lagging using stones from the débris;*
- *various methods of treating the rock walls by injection of mortar or resin, by bolting, by spraying-on concrete or mortar to make the rock self-supporting, and thus to contribute to the support of the roadways;*
- *various forms of guniting :*
  - *dry or wet*
  - *using various additives*
  - *using metal or other fibres to confer a certain degree of tensile strength;*
- *new pumps for guniting, injection or packing;*

— neuentwickelte Pumpen zum Spritzen, Verpressen oder Hinterfüllen ;
— verschiedene Matten, die als Verschaltung für den Verzug dienen sollen ;
— Verbreitung des Ankerausbaus ;
— weiterentwickelte Bohrwagen zum Ankerausbau ;
— Einführung von Stahlbetonplatten.

Die mittlere Gesamtzeit, die je Meter Strecke für das Einbringen bestimmter Ausbauarten aufgewendet wird, lautet wie folgt :

— 220 Min. MS/m für das Einbringen der Verzugsmatten und der Anker in den Gesteinsstrecken des Lothringer Reviers (Querschnitt von 28 m²) ;
— 250 - 300 Min. MS/m für das Einbringen der übrigen Bögen in der Firste sowie des Verzugs (Nutzquerschnitt 12 m² bei einem Bauabstand von 50 cm) ; Preis von 2 TN-Bögen von 29 kg/m : 7.000 FB/m ;
— 614 Min. MS/m für das Einbringen der Betonformsteine in Strecken mit kreiszylindrischem Querschnitt in der Campine (Innendurchmesser : 4,50 m — jedoch kein Hinterfüllen in der Firste) ;
— 267 Min. MS/m für das Einbringen der Stahlbetonplatten (Innendurchmesser 4,20 m) — dieser Zeit müssen 45 Min. MS/m für das Aufspritzen des Betons an der Ortsbrust hinzugeschlagen werden (das Verpressen von Mörtel aus größerer Entfernung vor der Ortsbrust durch eine Hilfskolonne — deren Löhne 50 % der Löhne der Leute vor Ort betragen — erfordert noch einmal 270 Min MS/m, behindert jedoch nicht den Vortrieb). Der Preis des Ausbaus beträgt 7.000 FB/m ;
— 810 Min. MS/m für die betonierten kreiszylindrischen Bögen im Aachener Revier (Innendurchmesser 5,20 m) ; Kosten des Ausbaus 9.000 FB/m.

Als wichtiger Vorteil beim Plattenausbau gilt, dass zum Transport und zur Handhabung des Materials keine Hilfskolonnen erforderlich sind.

Wenn die geologischen und tektonischen Verhältnisse es gestatten, ist der in Lothringen angewandte Ankerausbau der Ausbau, der sich am raschesten einbringen läßt und der gleichzeitig der kostengünstigste ist (10 Anker und 1 Matte je Meter Strecke). Diese günstigen Verhältnisse sind in den übrigen Revieren leider selten.

Bei den üblichen Streckenbögen ist das Einbringen des Verzugs der am schwierigsten zu mechanisierende Arbeitsvorgang. Zur Zeit werden in der Bundesrepublik Deutschland zahlreiche Versuche durchgeführt, um eine Lösung dieses Problems zu finden : Spritzbeton mit Verzugsmatten als Bewehrung, Metallfasern, Anker und sogar Gitterbögen, Hinterfüllen von SZ-Elementen der Firmen Salzgitter, Bernold, ...

— various grids acting as a support for the finished lagging;
— greater use of strata bolting;
— more sophisticated drilling jumbos;
— application of reinforced concrete panels.

The average total time per metre of roadway devoted to setting certain types of support is as under :

— 220 min manshift/metre for grids and strata bolts in rock-drifts in Lorraine (28 sq.m. cross-section);
— 250/300 min manshift/metre for normal arches, curved at the roadway crown, together with lagging (effective cross-section 12 sq.m., assuming two arches per metre of road); price of two 29 kg/m TH arches = 7000 BFr/metre.
— 614 min manshift/metre for concrete blocks in circular roads in the Campine (internal diameter 4.50 m; but no packing of the cavity in the roadway crown).
— 267 min manshift/metre for reinforced concrete panels (internal diameter 4.20 m); to this time must be added 45 min manshift/metre for application of gravel. (The injection of mortar outbye, by an auxiliary team — whose wages amount to half of the face team — still occupies 270 min per manshift/metre, but does not slow down the advance of the face). The support costs 7000 BFr/metre.
— 810 min manshift/metre, for concreted circular frames in the Aix-la-Chapelle Coalfield (internal diameter 5.20 m); cost of support, 9000 BFr/metre.

A major advantage of supporting by panels is the fact that no men are required outbye for the transport and handling of material.

If the geological and tectonic conditions are favourable, the type of strata bolting practised in Lorraine is capable of being set most rapidly, and is at the same time the cheapest means of support (10 bolts and one grid per metre of road). Such favourable conditions are however rare in other coalfields.

With the conventional arches, the most difficult operation to mechanize is that of setting the lagging. Many trials are under way in Germany to find a solution to this problem; guniting the walls, over a reinforcement of grids, or with the reinforcement consisting of metal fibres, strata bolts and even grid-type arches, pumping concrete in behind « coffer-sheets » of the Salzgitter or Bernold design etc.

In druckhafter Strecken eignet sich der kreiszylindrische Ausbau mit betonierten Bögen oder vorgefertigten Betonelementen sehr gut. Vor allem ermoglichen die Stahlbetonplatten eine vollständige Mechanisierung ihres Einbringens und des Hinterfüllens des Raums zwischen Ausbau und Gebirge. Dieser Ausbau vermeidet das Quellen der Streckensohlen und verringert die Druckverluste der Wetter beträchtlich.

For roads subject to heavy rock pressures, circular supports consisting of concreted arches or prefabricated concrete elements are very effective. In particular, the operations of setting the reinforced concrete panels can be completely mechanized, as can also that of packing the cavity between the lagging and the rock. This support avoids floor-lift in the roadways and considerably reduces the pressure losses in the ventilation airstream.

Les pressions de terrains n'étant pas le thème des présentes journées d'information, le but de cet exposé sur les soutènements de galeries n'est pas l'étude de leur comportement dans le temps sous l'effet des mises en charge progressives, mais consiste uniquement dans l'étude de l'une des phases de travail à front d'un creusement de galerie : la pose du soutènement.

Le choix du mode de revêtement dépend :

1. *Des pressions de terrains locales*

Il ne sert à rien de placer un soutènement très rapidement si celui-ci vient à être détruit peu de temps après. Des progrès importants ont été réalisés ces dernières années, grâce à l'aide de la CECA, dans la connaissance des lois qui régissent une bonne gestion des voies. Un nouveau mode de soutènement bien adapté peut faire diminuer le coût du matériel, les frais de main-d'œuvre et les frais d'entretien ultérieurs.

2. *De la mécanisation de la pose du soutènement*

Les progrès réalisés ces dernières années dans les autres phases de travail (par l'introduction de jumbos de forage, d'engins de chargement à grand débit...) font que la mise en place du revêtement devient prépondérante dans le temps de travail presté à front. Dans certains chantiers fort mécanisés, il n'est pas rare que la pose du soutènement et du garnissage prenne plus de 50 % du temps de travail utile. Il convient de trouver un revêtement et un garnissage qui se prêtent à une mécanisation plus poussée de la pose. Il semble que les cadres actuels se prêtent mal à cette mécanisation.

3. *Des sections de plus en plus grandes demandées*

L'augmentation importante de la productivité des tailles, le passage d'un matériel très élaboré, les besoins d'un aérage plus important, l'éloignement des chantiers, les profondeurs croissantes...

Daar de gesteentedruk niet het tema vormt van de huidige informatiedagen, omvat het doel van deze uiteenzetting over de ondersteuning in de galerijen niet de studie van hun gedrag na een zekere tijdsspanne onder invloed van de progressieve belastingen, maar bestaat enkel en alleen in het bestuderen van één der fasen van de werkzaamheden aan het front van een galerijdelving : het plaatsen van de ondersteuning.

De keuze van de manier van ondersteunen hangt af van :

1. *De plaatselijke gesteentedruk*

Het heeft helemaal geen zin een ondersteuning snel te plaatsen, indien deze na een tijdje breekt. Dank zij de hulp van de E.G.K.S. werd de laatste jaren fel vooruitgang geboekt op het gebied van de kennis der wetten, welke aan de basis liggen van een goed beheer van de galerijen. Een goed aangepaste nieuwe ondersteuningswijze kan de kosten van materieel, handenarbeid en verder onderhoud doen zakken.

2. *De mechanisatie van het plaatsen van de ondersteuning*

De vooruitgang welke de laatste jaren geboekt werd in de andere fasen der werkzaamheden (door aanwending van jumboboormachines, laadmachines met een grote kapaciteit...) maakt dat het plaatsen van de ondersteuning een hoofdrol speelt in de arbeidsprestaties aan het front. Niet zelden neemt het plaatsen van de ondersteuning en de bekleding in sommige sterk gemechaniseerde galerijen meer dan 50 % van de werkelijke arbeidstijd in beslag. Er dient een ondersteuning en bekleding gevonden te worden welke zich lenen tot een meer doorgevoerde mechanisatie van hun plaatsing. Het blijkt dat de huidige ramen zich slecht lenen tot deze mechanisatie.

3. *De vraag naar steeds grotere afmetingen*

De belangrijke verhoging van de produktiviteit der pijlers, het overstappen op een zeer nauwkeurig uitgewerkt materieel, de behoefte aan een belangrijkere verluchting, de verwijding van de winplaat-

exigent une augmentation de la section des galeries. En Allemagne, en deux ans, la section moyenne des traçages est passée de 14,3 m^2 à 16,5 m^2 (15 % d'augmentation) et la section des galeries au rocher est passée de 19,30 à 20,90 m^2.

4. De la forme des galeries

Il existe des galeries de forme cintrée, circulaire ou trapézoïdale.

5. Du renforcement éventuel des épontes

Jusqu'il y a peu de temps, les épontes n'étaient pas renforcées, les cadres étaient utilisés pour retenir localement les roches, et le vide entre le terrain et le revêtement n'était qu'imparfaitement rempli de pierres. Le contact terrain-soutènement ne s'établit qu'après des déformations locales importantes des roches entraînant une décompression et une chute des caractéristiques mécaniques des terrains.

Actuellement, les épontes sont renforcées au moyen de boulons ou au moyen d'une injection de mortier ou de résine; le garnissage est amélioré par le pompage ou la projection d'anhydrite ou de mortier.

Ces méthodes permettent de renforcer la roche et de la rendre auto-portante, tout en la soustrayant à l'influence nuisible de l'air chaud et humide passant par la voie.

Nous citerons dans ce texte quelques-unes des améliorations apportées depuis peu dans les soutènements par cadres cintrés en couronne, par cadres trapézoïdaux, par le boulonnage, par les cadres circulaires et par les revêtements circulaires en béton.

1. SOUTENEMENT PAR CADRES CINTRES EN COURONNE

Peu de progrès ont été réalisés ces dernières années dans les divers types de cadres : Moll, Toussaint-Heintzmann, GHH, Eris... Une tendance assez nette se dégage cependant dans l'alourdissement du profil de ces cadres et dans l'utilisation d'aciers traités. Ces cadres sont généralement coulissants en Belgique, en France et dans les voies de chantier en Allemagne. En Grande-Bretagne et dans les galeries au rocher en Allemagne, ces cadres sont souvent rigides.

L'utilisation de camions Wagner, ... et de jumbos facilite le transport et la mise en place de cadres. Cependant pour ce type de soutènement, l'opération la plus longue n'est pas la pose du cadre mais le placement du garnissage. Des essais sont en cours pour mécaniser la pose de ce garnissage.

sen, de stijgende diepte... vereisen een verhoging van de afmetingen van de galerijen. In twee jaar steeg de gemiddelde afmeting van de richtgalerijen in Duitsland van 14,3 m^2 naar 16,5 m^2 (een stijging van 15 %) en de afmetingen van de steengangen stegen van 19,30 naar 20,90 m^2.

4. De vorm van de galerijen

Er bestaan gewelfde, cirkel- en trapeziumvormige galerijen.

5. De eventuele ondersteuning van de nevengesteenten

Tot onlangs werden de nevengesteenten niet ondersteund. Er werd gebruik gemaakt van ramen om de gesteenten ter plaatse te houden en de ruimte tussen het gesteente en de bekleding werd slechts onvoldoende met stenen opgevuld. Het kontakt gesteente-ondersteuning vond slechts plaats na aanzienlijke plaatselijke vervormingen van de rotsen met dekompressie en daling van de karakteristieke eigenschappen van het gesteente.

Momenteel worden de steengangen versterkt met bouten of door middel van een beton- of harsinjektie. De bekleding werd verbeterd door het inpompen of injekteren van anhydriet of beton.

Deze methoden maken het mogelijk de gesteenten te versterken en ze zelfdragend te maken, door ze aan de schadelijke invloed te onttrekken van warme vochtige lucht in de galerij.

In deze tekst citeren wij enkele van de sedert onlangs aangebrachte verbeteringen aan ondersteuningen met kroongewelfde ramen, met trapeziumvormige ramen, met verankering, met cirkelvormige ramen en met cirkelvormige bekledingen in beton.

1. ONDERSTEUNING MET KROONGEWELFDE RAMEN

Tijdens de laatste jaren werd er weinig vooruitgang geboekt wat betreft de verschillende raamtypes : Moll, Toussaint-Heintzmann, GHH, Eris... Nochtans tekent er zich duidelijk een nieuwe tendens af wat betreft de verzwaring van het profiel van deze ramen en het gebruik van gehard staal. Deze ramen schuiven over het algemeen in elkaar in België, Frankrijk en in de winningsgalerijen in Duitsland. In Groot-Brittannië en in de steengalerijen van Duitsland kunnen deze ramen dikwijls niet in mekaar schuiven.

Het gebruik van de Wagner-vrachtwagens, ... en van jumbo's, vergemakkelijkt het transport en het plaatsen van de ramen. Nochtans neemt voor dit type ondersteuning niet het plaatsen van het raam, maar van de bekleding de meeste tijd in beslag. Er zijn proeven aan de gang om het plaatsen van de bekleding te mechaniseren.

11. Garnissage au moyen d'anhydrite ou de béton projeté

Un garnissage du vide entre les cadres et le terrain au moyen d'anhydrite ou de béton projeté augmente fortement la résistance du soutènement grâce à une meilleure répartition des contraintes exercées par le terrain encaissant sur les cadres. Ce matelas, s'il est placé à front de la voie en creusement, empêche ou retarde les décollements des bancs en couronne. De plus, grâce au mode de projection, ces produits remplissent les vides et s'insinuent dans les fissures ouvertes qui existent sur le manteau des roches entourant la galerie.

Dans une voie de chantier creusée loin en avant d'une taille à la mine Ewald, la hauteur de la voie au passage de la taille était passée de 4 m au creusement à 1,57 m dans le cas d'un garnissage manuel en pierres et à 2,22 m dans le cas d'un garnissage à l'anhydrite. Dans cette voie, le volume d'anhydrite projeté a été de 2,2 m^3 par mètre avec un remplissage moyen des vides estimé à 66 %. La durée de ce remplissage est en moyenne de 290 min Hp/m, tandis que la durée de cette opération faite à la main au moyen de pierres est de 265 min Hp/m.

Pour rendre ce procédé intéressant, il convient de mécaniser au maximum la projection d'anhydrite à front derrière un treillis. La firme Brieden a construit une installation de projection mécanique (fig. 1) avec laquelle on espère réduire la durée de ce travail à 150 min Hp/m.

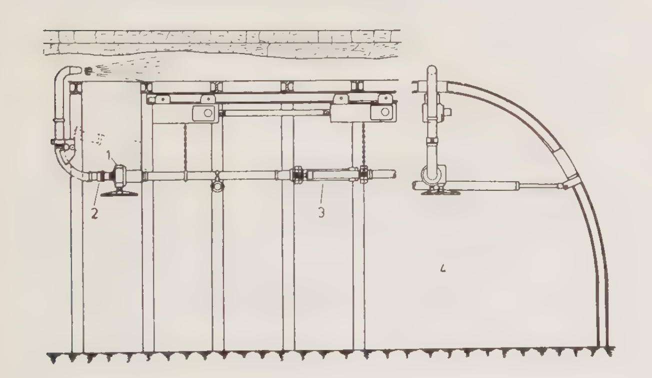


Fig. 1.

Dispositif de garnissage derrière les cadres cintrés en couronne mis au point par la firme Brieden.

1. articulation tournante
2. canne de projection
3. tuyau télescopique
4. matériaux de remplissage, par exemple : anhydrite naturelle.

Toestel om achter de kroongewelfde ramen te bekleden, dat door de firma Brieden bedrijfsklaar gemaakt werd.

1. *draaiende artikulatie*
2. *spuitpijp*
3. *teleskopische buis*
4. *opvullingsmateriaal bijvoorbeeld : natuuranhydriet.*

Cependant, la pose du coffrage en treillis avec feuilles de papier ou de jute, reste une opération qui doit se faire encore à la main, bien qu'on essaie de trouver des treillis à fines mailles d'une pose très rapide. Ces treillis peuvent être placés de la couronne vers le mur ou inversément. Il existe des treillis avec fenêtres rabattables.

En général, on prévoit un garnissage en béton pour les bouveaux et en anhydrite pour les voies de chantier et les traçages. Par rapport à l'anhydrite, le béton présente l'avantage d'être plus homogène, d'être étanche à l'eau et d'offrir une

11. Bekleding door middel van anhydriet of spuitbeton

Het bekleden van de lege ruimte tussen de ramen en de gesteenten door middel van anhydriet of spuitbeton verhoogt sterk de weerstand van de ondersteuning dank zij een betere verdeling van de door het gesteente uitgeoefende spanning.

Dit kussen verhindert of vertraagt het loskomen van de banken in de kroon, indien het in het front van de galerij welke gedolven wordt, geplaatst wordt. Bovendien vullen deze produkten de leegte dank zij de manier van spuiten, en zetten zich tegelijkertijd in de open spleten welke zich op de rotsmantel rond de winplaats bevinden.

In een winningsgalerij, welke gedolven werd heel vooraan in een pijler in de Ewald-mijn, ging de hoogte van de galerij, waar de pijler doorheen gaat, van 4 meter bij delving naar 1,57 m bij bekleding met de hand d.m.v. stenen en naar 2,22 m bij bekleding in anhydriet. In deze galerij bedroeg het gespoten volume anhydriet 2,2 m^3 per meter met een gemiddelde opvulling van de lege ruimten, welke geschat wordt op 66 %. De gemiddelde duur van deze opvulling bedroeg 290 min Hp/m, terwijl deze operatie met de hand d.m.v. stenen 265 min Hp/m in beslag zou nemen.

Om dit procédé interessant te maken, dient het spuiten van anhydriet aan het front achter een traliewerk maximaal gemechaniseerd te worden. De firma Brieden bouwde een mechanische spuitinstallatie (fig. 1) waarmee men denkt de arbeidstijd tot 150 min Hp/m te herleiden.

Hoe dan ook, het plaatsen van de bekisting onder de vorm van een traliewerk met papierbladen of jute, blijft een operatie welke nog met de hand dient uitgevoerd te worden, hoewel men poogt een traliewerk te vinden met kleine mazen, welk snel geplaatst zou kunnen worden. Dit traliewerk kan vanaf de kroon naar de muur geplaatst worden of vice versa. Er bestaat traliewerk met vensters die naargelang een of ander behoefte kunnen opengemaakt worden en daarna weer zonder enig probleem kunnen dichtgemaakt worden. Over het algemeen wordt voor de steengangen een bekleding

résistance finale plus élevée. Un avantage de l'anhydrite est d'avoir un angle de talus plus favorable que le béton et une résistance immédiate plus élevée. Le produit peut être projeté, soit radialement, soit axialement (à partir du front vers l'arrière). Ce dernier procédé permet une mécanisation plus facile de la projection et peut permettre de poursuivre le forage des trous de mine à front. Les spécialistes allemands essaient de trouver des produits nouveaux qui permettraient de réduire le coût de ce procédé de garnissage, actuellement assez élevé.

Ce coût plus élevé du creusement peut être rattrapé et de beaucoup par une diminution des frais d'entretien de la voie. Dans les voies de chantier, ce garnissage peut permettre plus aisément une deuxième utilisation de la voie de chantier.

On envisage aussi l'utilisation de pompes plus puissantes avec envoi pneumatique de béton ou de l'anhydrite sur une distance de plus de 2000 m. Le débit des pompes actuelles varie de 2 à 30 m^3/heure. Le prix de ces pompes varie de 225.000 FB à plus de 750.000 FB. Des études se poursuivent pour améliorer les pompes.

Les exploitants allemands prévoient une extension importante de ce mode de garnissage car, avec l'augmentation constante des dimensions des voies creusées, le garnissage manuel au moyen de pierres devient de plus en plus difficile.

A la mine General Blumenthal où l'on a utilisé un garnissage en béton, la pose du treillis dure 73 min Hp pour une passe de 2,40 m (les cadres sont espacés à 0,40 m). Le béton a été projeté au moyen d'une nouvelles pompe König; la quantité moyenne projetée a été de 2,70 m^3/poste.

12. Garnissage des cadres au moyen de mortier projeté

Lorsque l'on prévoit que la galerie en creusement sera soumise à de fortes pressions de terrain, on recouvre le pourtour de la voie au moyen d'une couche de 3 à 5 cm d'épaisseur de mortier projeté; le vide entre le terrain et cette couche de mortier est ensuite rempli de mortier pompé à une pression de 5 à 15 atmosphères. Si nécessaire, ce garnissage est renforcé encore par une injection de ciment à une profondeur de 1,50 à 3 m et à une pression de 60 à 70 atmosphères.

Ce procédé est fort répandu en Allemagne. Le rendement atteint 13 à 16 m^2 par Hp pour le guni-

in beton voorzien en in anhydriet voor de ontginningsgalerijen en richtgalerijen. In vergelijking met anhydriet biedt beton het voordeel veel homogener te zijn, waterdichter en biedt uiteindelijk een grotere weerstand. Anhydriet heeft als voordeel een gunstiger glooiingshoek te bezitten dan het beton en een veel grotere onmiddellijke weerstand. Het produkt kan ofwel radikaal of twel axiaal gespoten worden (vanaf het front naar de opvullingszijde). Dit laatste procédé laat een gemakkelijker mechanisatie toe van het spuiten en maakt het mogelijk het boren van de mijngaten in het front verder te zetten. Duitse specialisten proberen nieuwe produkten te vinden om de kosten van de bekleding volgens dit procédé te verlagen; deze zijn momenteel tamelijk hoog.

De hogere kosten van delving kunnen gerekupereerd worden en dit gebeurt in aanzienlijke mate door een verlaging van de kosten van onderhoud van de winningsplaats. In de winningsgalerijen kan deze bekleding veel gemakkelijker toelaten de winningsplaats een tweede keer te gebruiken.

Men beoogt het gebruik van krachtiger pompen met pneumatische aanbreng van het beton of van het anhydriet op een afstand van meer dan 2000 m. Het debiet van de huidige pompen varieert tussen de 2 en 30 m^3/uur. De prijs van deze pompen schommelt tussen de 225.000 en meer dan 750.000 BF. De studiewerkzaamheden worden verdergezet om deze pompen nog te verbeteren.

De Duitse ontginners voorzien een belangrijke uitbreiding van deze bekledingswijze want met de konstante verhoging van de afmetingen van de gedolven winningsplaatsen wordt het met de hand plaatsen van de bekleding met de dag moeilijker.

Op de mijn General Blumenthal waar een betonbekleding gebruikt wordt, duurt het plaatsen van een traliewerk 73 minuten Hp voor een pas van 2,40 m (tussen de ramen is er een ruimte van 0,40 m). Het beton werd gespoten d.m.v. een nieuwe pomp König; de gemiddelde hoeveelheid welke per post ingespoten wordt bedraagt 2,70 m^3 .

12. Bekleding met ramen d.m.v. gespoten mortel

Wanneer men voorziet dat de galerij die men aan het delven is onderhevig zal zijn aan sterke gesteentedruk, bedekt men de omtrek van de winningsplaats met een laag gespoten mortel met een dikte tussen 3 tot 5 cm; de lege ruimte tussen het gesteente en deze mortellaag wordt vervolgens gevuld met gespoten mortel onder een druk tussen de 5 tot 15 atmosfeer. Indien nodig wordt deze bekleding nog versterkt met een cementinjektie op een diepte van 1,50 tot 3 m en met een druk van 60 tot 70 atmosfeer.

Dit procédé is fel verspreid in Duitsland. Het rendement bereikt 13 tot 16 m^2 per Hp voor het

tage et 7 à 9 m² par Hp pour le remplissage du vide. Le prix de revient complet est de 165 à 210 FB/m² pour le gunitage et de 270 FB/m² pour le remplissage. L'injection éventuelle du mur revient à 300 FB/m² et l'injection des parois à 375 FB/m².

Le gunitage des parois permet de mieux répartir les contraintes sur les cadres. Cependant, les deux constituants qui sont le béton projeté et l'élément métallique formé par les cadres ne travaillent pas bien ensemble par suite du retrait du béton, d'un mauvais contact acier lisse-béton, du coulissement ou de la déformation des cadres et de la rigidité du béton.

Pour remédier à ces inconvénients, des exploitants allemands ont remplacé les cadres par des cintres réticulés (fig. 2) qui permettent un bien meilleur contact avec le béton projeté et qui font fonction d'armatures du béton.

gunniteren en 7 tot 9 m² per Hp voor het vullen van de lege ruimte. De volledige kostprijs bedraagt 165 tot 210 BF/m² voor het gunniteren en 270 BF/m² voor het opvullen. De kosten van het eventueel injekteren van de muur bedragen 300 BF/m² en voor het injekteren van de wanden is dit 375 BF/m².

Het gunniteren van de wanden laat toe de spanningen beter te verdelen over de gehele oppervlakte van de ramen. Hoe dan ook, de twee constituanten welke het spuitbeton en het metaalelement, dat door de ramen gevormd wordt, zijn, werken niet goed samen als gevolg van het krimpen van het beton, een slecht kontakt tussen het gladde staal en het beton of een vervorming van de ramen en de stijfheid van het beton.

Om deze ongemakken te verhelpen vervingen de Duitse ontginners de ramen door bogen met kruisdraden (fig. 2) welke een veel beter kontakt toelaten met het gespoten beton en welke tegelijkertijd dienst doen als betonbewapening.



Fig. 2.

Soutènement d'un tunnel routier en France au moyen de béton projeté renforcé par des cadres réticulés.

Ondersteuning van een wegtunnel in Frankrijk in gespoten beton, versterkt met ramen met kruisdraden.

13. Projection de béton à front et pose du soutènement à l'arrière

L'utilisation de béton et de mortier projetés se répandant de plus en plus, avec succès, dans les nombreux tunnels creusés par le Génie Civil, plusieurs exploitants ont voulu introduire ce procédé comme soutènement provisoire des galeries de mines.

Le mortier ou le béton projeté, préparé dans un mélangeur ou une bétonnière, est chassé à l'air comprimé dans un flexible ou un tuyau, puis est projeté pneumatiquement à grande vitesse contre la paroi à guniter.

Suivant la granulométrie des produits, on distingue entre mortier (diamètre maximum des grains : 6 à 8 mm) et béton (avec dimension des agrégats pouvant atteindre 18 mm). Une autre distinction peut se faire suivant le procédé de mélange des produits humide ou à sec; dans le procédé humide, tous les produits, y compris l'eau, sont mélangés ensemble avant leur entrée dans le flexible; dans le procédé sec, l'eau est ajoutée seulement à la

13. Betonprojektie in het front en plaatsen van ondersteuning aan de vullingszijde

In de talrijke tunnels welke door de Burgerlijke Bouwkunde gedolven werden, werd meer en meer met sukses gebruik gemaakt van spuitbeton en mortel, en daarom wilden verschillende ontginners dit procédé ingang doen vinden als voorlopige ondersteuning van de mijngalerijen.

De mortel of het spuitbeton, welke in een mengtoestel of een betonmolen klaargemaakt worden, worden met perslucht door een gummislang of een buis gejaagd, en worden daarna pneumatisch met grote snelheid op de te gunniteren wand gespoten.

Naargelang de korrelsamenstelling van de produkten wordt een onderscheid gemaakt tussen mortel (maximumdiameter van de korrels : 6 tot 8 mm) en beton (maximumafmetingen van de aggregaten kan gaan tot 18 mm). Een ander onderscheid kan gemaakt worden naargelang het mengprocédé van de produkten : vochtig of droog. Bij het vochtig procédé worden alle produkten, met inbegrip van water, gemengd voor ze in de gum-

canne d'injection. On peut atteindre une épaisseur de 15 cm par passe de projection.

Un avantage important du béton projeté est sa rapidité de pose et sa résistance immédiate. La projection immédiate après le tir renforce les roches, réduit les décollements des blocs, provoque un confinement radial des roches et finalement rend les roches auto-portantes. La quantité limitée de ciment diminue le retrait du produit et les fissures qui s'ensuivent.

Ces derniers temps, ce procédé s'est encore amélioré par l'utilisation de :

— durcisseurs qui augmentent la résistance immédiate du produit et diminuent les pertes au rebondissement;
— ciment à prise rapide;
— fibres métalliques ou autres;
— boulons et treillis métalliques.

Un des points faibles du mortier projeté est son absence de résistance à la traction; celle-ci peut être obtenue en armant le mortier projeté au moyen de fibres métalliques de 0,25 à 0,35 mm de diamètre et de 25 à 30 mm de longueur. Ces fibres sont mélangées uniformément aux produits secs avant leur projection. Des essais de laboratoire ont montré que l'introduction de ces fibres métalliques augmente la résistance à la compression du mortier de 40 % et la résistance à la traction de

mislang gepompt worden. Bij het droge procédé wordt het water slechts toegevoegd aan de injektiepijp. Per injektiebeurt kan een dikte van 15 cm bereikt worden.

De gemakkelijke werkwijze en het feit dat het snel droogt vormen een belangrijk voordeel van spuitbeton. Het spuiten onmiddellijk na het schieten versterkt de rotsen, vermindert het loskomen van de blokken, heeft een radiale begrenzing van de rotsen voor gevolg en maakt tenslotte de rotsen zelfdragend. De beperkte hoeveelheid cement herleidt het krimpen van het produkt en de spleten die eruit voortvloeien.

De laatste tijd onderging dit procédé nog verbeteringen door het gebruik van :

— verharders welke de onmiddellijke weerstand van het produkt verhogen en de weerbotsverliezen verminderen;
— sneldrogende cement;
— metaal- of andere vezels;
— bouten en ijzergaas.

Een van de zwakke punten van spuitmortel is dat de traktieweerstand O is, welke opgedreven kan worden door de spuitmortel met metaalvezels met een diameter tussen de 0,025 en 0,035 mm te versterken en met een lengte van 25 tot 30 mm. Deze vezels worden tegelijkertijd met de droge produkten gemengd alvorens gespoten te worden. De drukweerstand verhoogt alzo met 40 % en de traktieweerstand met 200 tot 300 %, dit bewezen althans in het laboratorium uitgevoerde proeven

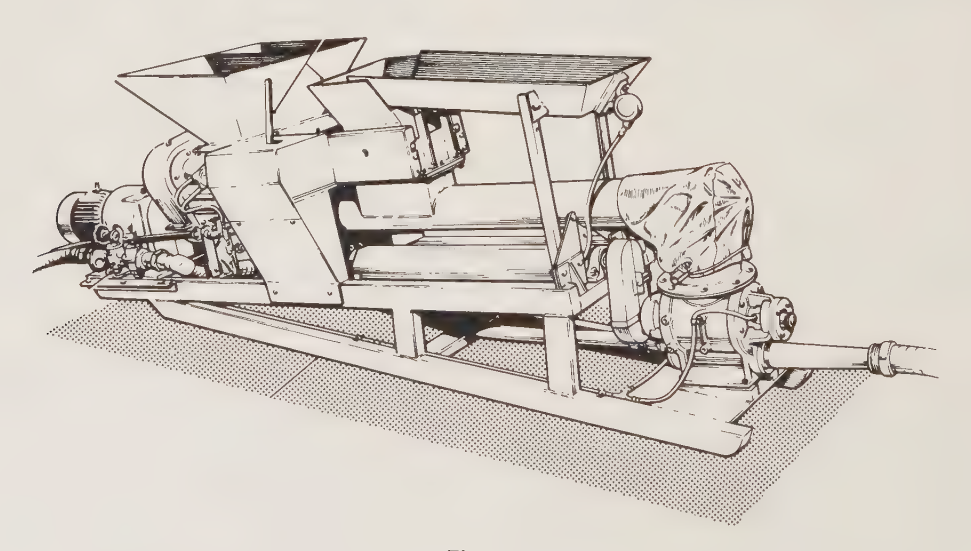


Fig. 3.

Pompe malaxeuse utilisée pour la projection de mortier armé de fibres métalliques, mise au point par la Société britannique Caledonian Mining Cy. Le ciment et le sable sont déversés dans les trémies de gauche, puis transportés par une vis sans fin vers la pompe de projection ; les fils métalliques sont déversés uniformement sur le mélange sable-ciment durant leur trajet sur la vis sans fin. Il est possible de régler à volonté la proportion fibres/mortier.

Mengpomp gebruikt voor het spuiten van beton, gewapend met metaalvezels, welke door de Britse maatschappij Caledonian Mining Cy op punt gesteld werd. Het cement en het zand wordt links in de vultrechter gestort, daarna naar de spuitpomp getransporteerd door een wormschroef. Alleen tijdens het trajekt in de wormschroef worden metalen draadjes gelijkvormig over het mengsel uitgestrooid. De verhouding vezels/mortel kan naar believen geregeld worden

200 à 300 %. Cette augmentation de résistance diminue avec l'augmentation de la granulométrie des agrégats du béton. Des essais réussis de ces fibres ont été effectués dans plusieurs mines britanniques au moyen d'un mélangeur mis au point par la firme Caledonian Mining (fig. 3).

Pour l'avenir, il semble que l'on puisse envisager une automatisation assez poussée de la préparation du mélange et de sa projection.

Il reste cependant de nombreux problèmes à résoudre comme l'épaisseur idéale de gunite (actuellement la résistance diminue à partir d'une certaine épaisseur), les avantages respectifs du procédé de mélange par voies humide et sèche, les pertes au rebondissement (celles-ci varient de 5 à 30 % suivant les méthodes utilisées), les pompes adéquates, ...

Jusqu'il y a un à deux ans, ce procédé n'était utilisé dans les mines de charbon que comme revêtement de grandes chambres, de salles de pompes ou d'accrochages. L'extension de ce procédé était freinée par le problème du transport du béton et par l'encombrement important des pompes sur le marché à ce moment là.

Actuellement, dans certains cas, le béton projeté renforcé par boulons ou treillis reste le seul soutènement de la galerie, par exemple dans certains bouveaux non soumis à l'influence de travaux miniers et même dans certains traçages préalables à des tailles rabattantes où le soutènement sera bien entendu renforcé peu avant le passage de la taille.

A la mine Ewald, une galerie de grande section creusée en terrains très failleux et difficiles à tenir a été gunitée à front au moyen de mortier (granulométrie de 3 à 4 mm) immédiatement après le tir (épaisseur du mortier projeté : 3 à 5 cm). La résistance de ce mortier est de 40 à 50 kg/cm^2 après 15 à 20 minutes. Cette couche de mortier a été renforcée par quelques boulons.

Après l'évacuation des déblais, on a placé des cadres métalliques provisoires sur lesquels on pose des tôles Salzgitter qui servent de coffrage et d'armatures pour le béton qui est projeté ensuite entre les tôles et le terrain. Après le durcissement du béton, les cadres sont récupérés et replacés à front. Par après, ces tôles sont parfois gunitées du côté intrados pour empêcher leur corrosion.

Les agrégats nécessaires pour le mortier et le béton sont transportés dans des containers suspendus à un monorail. Ces containers ont été mis au point par le Steinkohlenbergbauverein et par la firme Neuhauser. L'avancement moyen réalisé à Ewald a été de 3,6 m/jour.

met toepassing van metaalvezels. Deze weerstandsverhoging vermindert bij verhoging van de korrelsamenstelling van de betonaggregaten. Met deze vezels werden in verschillende Britse mijnen met een mengtoestel, dat bedrijfsklaar gemaakt werd door de firma Caledonian Mining (fig. 3) geslaagde proeven uitgevoerd.

Naar alle waarschijnlijkheid kan in de toekomst met een ver doorgedreven automatisatie van het toebereiden van het mengsel en zijn projektie gerekend worden.

Nochtans stellen er zich nog heel wat onopgeloste problemen zoals bijvoorbeeld de ideale dikte van het guniet (momenteel vermindert de weerstand vanaf een bepaalde dikte), de respektieve voordelen van het mengprocédé al dan niet door gebruik van water, de weerbotsverliezen (deze schommelen tussen de 5 en 30 % naargelang de gebruikte methode), adekwate pompen,...

Tot voor twee jaar werd dit procédé nog niet gebruikt in de steenkoolmijnen behalve dan voor bekleding van grote kamers, pompenkamers of laadplaatsen. De uitbreiding van dit procédé wordt geremd door het transportprobleem dat zich stelt voor het beton en door de te grote inbouwmaten van de markt destijds.

Momenteel blijft het gebruik van spuitbeton, versterkt in sommige gevallen door middel van bouten of platen, het enige ondersteuningsmiddel in de galerij, bijvoorbeeld in sommige steengangen, welke niet door mijnwerkzaamheden beïnvloedt worden en zelfs in zekere vooraf gedreven galerijen op terugwaartse pijlers waar de ondersteuning natuurlijk zal versterkt worden kort voor de pijler.

In de Ewald-mijn waar een galerij, met een grote doorsnede in zeer breukvormig en moeilijk te houden gesteente gedolven werd, werd deze onmiddellijk na het schieten aan het front door middel van mortel (korrelsamenstelling 3 tot 4 mm) gegunniteerd (dikte van de spuitmortel 3 tot 5 cm). Deze mortel bezit na 15 tot 20 minuten een weerstand van 40 tot 50 kg/cm^2. Deze laag mortel werd versterkt door enkele bouten.

Na het verwijderen van het puin werden er voorlopige metalen ramen geplaatst waarop men Salzgitter-platen plaatst, welke als bekisting en bewapening dienen voor het beton dat vervolgens tussen de platen en het gesteente gespoten wordt. Daarna worden deze platen vaak langs de binnenkant gegunniteerd om korrosie tegen te gaan.

De aggregaten welke nodig zijn voor de mortel en het beton worden in, aan een monorail opgehangen, containers vervoerd. Deze containers werden bedrijfsklaar gemaakt door het Steinkohlenbergbauverein en door de firma Neuhauser. De gemiddelde vooruitschrijding elke te Ewald gerealiseerd werd bedroeg 3,6 m/dag.

Entretemps, le Steinkohlenbergbauverein a remplacé la pompe Mixokret Putzmeister par un mélangeur Taka 375 et une pompe Putzmeister B 234, ce qui a permis de réduire de 40 % la durée de cette phase de travail et d'améliorer aussi la qualité du béton. On utilise du béton sec, l'eau étant ajoutée à la canne d'injection.

La distance entre le front et ce soutènement définitif est très courte, mais on espère pouvoir la porter à 9 m pour pouvoir travailler en même temps à front et à la pose du soutènement sans se gêner mutuellement.

Aucun incident ne s'est produit au cours de ce travail qui constitue une étape importante vers la mécanisation de la pose du soutènement. Le mortier protège les roches immédiatement après leur mise à découvert et empêche les décollements de se produire. Ce mortier fait partie du soutènement définitif et renforce celui-ci. La pose du soutènement définitif par une équipe auxiliaire à l'arrière, lorsque les conditions géologiques et tectoniques l'autorisent, permettrait une accélération de la vitesse de creusement.

Suite à ce succès, le siège Werne envisage cette année de guniter les roches immédiatement après le tir à front d'une galerie de 32 m² de section au moyen de béton projeté (granulométrie 0 à 16 mm) de 5 cm d'épaisseur avec un renforcement des roches au moyen de boulons. Un soutènement par cadres ATH est posé 30 à 40 cm en arrière du front; ces cadres sont gunités par une équipe auxiliaire pour former ainsi le soutènement définitif de la galerie. Lorsque les conditions seront favorables, ces cadres réticulés seront remplacés par du treillis métallique. On envisage aussi par après de retarder la pose des treillis pour permettre le travail simultané de deux équipes d'ouvriers. Si les conditions deviennent mauvaises, le soutènement sera renforcé par des cadres métalliques.

Dans d'autres cas, on envisage la pose de tôles Bernold (fig. 4) soutenues à front par des cadres

Ondertussen verving het Steinkohlenbergbauverein de pomp Mixokret Putzmeister door een mengtoestel Taka 375 en een pomp Putzmeister B 234, hetgeen een herleiding mogelijk maakte van de duur van deze werkfase met 40 % en eveneens de kwaliteit van het beton verbeterde. Er wordt droog beton gebruikt en het water wordt met de injektiespuit toegevoegd.

De afstand tussen het front en deze definitieve ondersteuning is zeer gering, maar men hoopt deze te brengen op 9 m, om alzo tegelijkertijd in het pijlerfront te werken en de ondersteuning te plaatsen zonder mekaar te hinderen bij deze werkzaamheden.

Er viel tijdens deze werkzaamheid geen enkel incident op te tekenen welke een belangrijke stap betekent in de mechanisatie van het plaatsen van de ondersteuning. De mortel beschermt de rotsen onmiddellijk na hun blootlegging en voorkomt het loskomen van rotsdelen. Deze mortel maakt deel uit van de definitieve ondersteuning en versterkt deze nog. Het plaatsen van de uiteindelijke ondersteuning aan de vullingszijde door een hulpteam, voor zo ver de geologische en tektonische omstandigheden dit toelaten, draagt bij tot het opdrijven van de delvingssnelheid.

Dank zij dit sukses beoogt de zetel Werne dit jaar de rotsen onmiddellijkt te gunniteren na het schieten in het front van een galerij met een doorsnede van 32 m² door middel van spuitbeton (korrelsamenstelling 0 tot 16 mm) met een dikte van 5 cm, waarbij de rotsen versterkt worden door middel van bouten. Een ondersteuning door middel van ATH-ramen, wordt op 30 tot 40 cm van de delvingszijde van het front geplaatst. Deze ramen werden gegunniteerd door een hulpteam om alzo de definitieve ondersteuning van de galerij te zetten. Wanneer de omstandigheden gunstig zijn zullen deze draadgekruiste ramen door een metalen plaat vervangen worden. Men beoogt naderhand het plaatsen van de platen te vertragen om simultane arbeid van beide werkploegen in de hand te werken. Indien de omstandigheden verslechteren zal de ondersteuning door metalen ramen versterkt worden.

In de andere gevallen beoogt men Bernold-platen te plaatsen (fig. 4), welke aan het front onder-



Fig. 4.

Revêtement d'un tunnel routier suisse au moyen de tôles Bernold ; on aperçoit à front 6 cadres de montage supportant les tôles pendant le remplissage du vide entre le terrain et ce revêtement au moyen de béton et pendant le début du durcissement de béton.

Bekleding van een Zwitserse wegtunnel door middel van Bernold-ramen. Aan het front bemerkt men 6 montageramen welke de platen ondersteunen, terwijl de ruimte tussen het gesteente en die bekleding opgevuld wordt door middel van beton en dit zolang het eerste verhardingsproces van het beton duurt.

métalliques avec un remplissage du vide entre le terrain et les tôles; ces cadres sont récupérés et remplacés à front après le durcissement du béton.

2. SOUTENEMENT TRAPEZOIDAL

Depuis peu, les Britanniques utilisent de plus en plus des cadres trapézoïdaux de marque M.R.D.E. d'abord, puis Holleybank (fig. 5), plus résistants que les premiers cadres trapézoïdaux, jugés trop faibles pour les conditions prévalant dans les mines. Les bêles de ces cadres ne sont pas droites mais légèrement cintrées. Les montants et les bêles sont en profil I d'un poids d'environ 30 kg/m. Les montants sont pourvus à leur extrémité supérieure de deux oreilles (fig. 6) dans lesquelles viennent s'emboîter les extrémités des bêles. Un pivot métallique assure la liaison entre bêles et montants.



Fig. 5.
Cadres trapézoïdaux avec bêles cintrées utilisés en Grande-Bretagne.
Trapeziumvormige ramen met boogvormig kappen gebruikt in Groot-Brittannië.

Par rapport aux cadres rigides en trois pièces presque exclusivement utilisés jusqu'il y a peu dans les mines britanniques, ces cadres trapézoïdaux présentent les avantages suivants :

— pour une même section utile, la section à creuser est plus faible, ce qui est très important pour les mines de ce pays, où toutes les roches sont transportées avec le charbon au lavoir;
— la mise en serrage des nombreux boulons est supprimée;
— la pose des cades est plus faible et plus rapide (14 minutes par cadre y compris le garnissage contre plus de 30 minutes avec les cadres cintrés);

steund worden door metalen ramen met een opvulling tussen het gesteente en de platen. Na het drogen van het beton worden de ramen verwijderd en overgebracht naar het front.

2. JUKBOUW

Sedert onlangs maken de Britten meer en meer gebruik van trapeziumvormige ramen, in den beginne van het merk M.R.D.E., later Holleybank (fig. 5), welke een groter weerstandsvermogen bezitten dan eerstgenoemde trapeziumvormige ramen, welke onvoldoende bevonden werden voor de in de mijnen heersende omstandigheden. De kappen van deze ramen zijn niet recht maar lichtjes boogvormig. De stutten en de ramen zijn in I-profiel met een gewicht van ongeveer 30 kg/m. Aan het bovenuiteinde van de stutten zijn er twee oren (fig. 6), waarin de uiteinden van de kappen geschoven worden. Een metalen spil verzekert de verbinding tussen kappen en stutten.

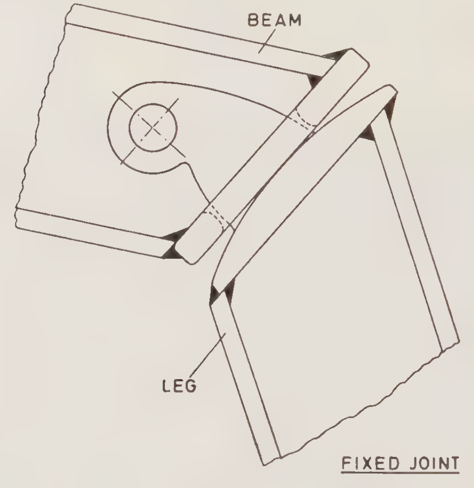


Fig. 6.
Exemple de liaison entre bêle et montant des cadres trapézoïdaux, conçu par le National Coal Board.
Voorbeeld van een verbinding tussen kap en stut van trapeziumvormige ramen, een uitvinding van de National Coal Board.

In vergelijking met de sterke driestuks-ramen welke tot voor kort uitsluitend in de Britse mijnen gebruikt werden, bieden deze trapeziumvormige ramen de volgende voordelen :

— voor eenzelfde nuttige doorsnede, is de te delven doorsnede geringer, wat voor de mijnen van dit land van groot belang is, waar alle rotsen samen met de steenkool naar de wasplaats getransporteerd worden;
— het vastvijzen van de talrijke bouten valt weg;
— het plaatsen der ramen verloopt gemakkelijker en vlugger (14 minuten per raam met inbegrip van de bekleding, tegen 30 minuten voor gebogen ramen);

— le transport des éléments est plus facile (2 trucks transportent 12 cadres trapézoïdaux contre 3 trucks pour 8 cadres cintrés);

— facilité beaucoup plus grande offerte au passage de la taille pour le soutènement et le calage des diverses installations, ce qui permet un plus grand avancement de la taille.

Tous les avantages éclipsent de beaucoup le prix plus cher de ces cadres (2000 FB pour un cadre trapézoïdal de 3 m de largeur et 2,70 m de hauteur au lieu de 1640 FB pour des cadres rigides de 4,20 m de largeur et 3 m de hauteur).

Contrairement aux essais effectués en Grande-Bretagne où les voies trapézoïdales ont la même largeur que les voies cadrées, les charbonnages allemands préfèrent creuser des voies de 5 à 8 m de largeur (fig. 7) avec une bêle et 3 à 5 montants en bois ou métalliques. Pour empêcher le soufflage, les étançons prennent appui sur les semelles de grande section. Un avantage de ces rangées de montants est de bien compartimenter la voie entre ses diverses utilisations : personnel, monorail, convoyeur, canar et tuyauteries, ...

— gemakkelijker transport der elementen (2 trucks transporteren 12 trapeziumvormige ramen tegen 3 trucks voor 8 boogvormige ramen);
— ondersteuning en vastzetten van de verschillende installaties bij het passeren van de pijler gebeurt makkelijker, hetgeen een grotere voortschrijdingssnelheid mogelijk maakt.

Al deze voordelen stellen de duurdere kostprijs van deze ramen in de schaduw (2000 BF voor een trapeziumvormig raam met een breedte van 3 m en een hoogte van 2,70 m i.p.v. 1640 BF voor duurzame ramen met een breedte van 4,20 m en een hoogte van 3 m).

In tegenstelling met de in Groot-Brittannië uitgevoerde proeven, waar de trapeziumvormige galerijen dezelfde breedte hebben als de raamgalerijen, geven de Duitse steenkoolmijnen er de voorkeur aan galerijen te delven met een breedte van 5 tot 8 m (fig. 7) met een houten of metalen kap en 3 tot 5 stutten. Om het zwellen tegen te gaan steunen de stutten op de vloerkappen met grote doorsnede. Een voordeel van deze reeksen stutten bestaat erin dat zij de pijler onderverdelen in zijn verschillende aanwendingen : personeel, monorail, transportband, koker en buisleidingen...

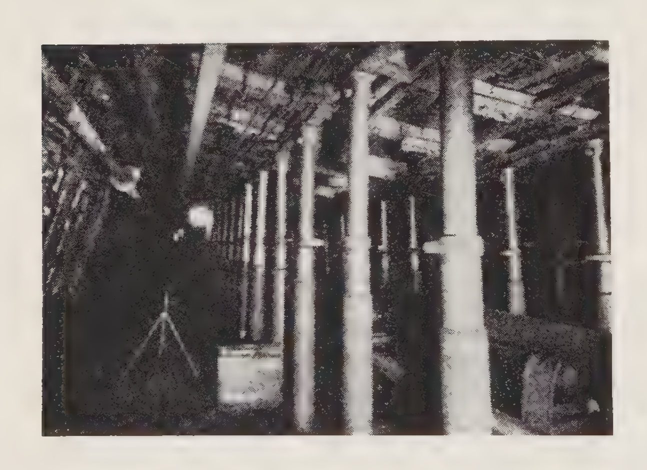


Fig. 7.

Voie trapézoïdale dans un siège de la Ruhr.

Trapeziumvormige galerij in een zetel van het Ruhrgebied.

Le soutènement trapézoïdal présente le grand avantage (et ceci est vrai aussi pour les voies boulonnées de forme quadrangulaire) de ne pas devoir entamer le toit de la veine de charbon, ce qui peut faciliter le futur passage du front de taille.

De trapeziumvormige ondersteuning biedt het groot voordeel (en dit geldt eveneens voor de rechthoekige verankerde galerijen), het dak van de steenkoolader niet te moeten aansnijden, wat later het voorbijsteken van het pijlerfront kan vergemakkelijken.

3. BOULONNAGE

31. Description des voies boulonnées

L'introduction des boulons à ancrage continu à la résine a donné un regain d'intérêt au boulonnage qui n'était presque plus réalisé dans les houillères d'Europe Occidentale.

L'ancrage est ainsi assuré sur toute la longueur du trou et l'efficacité des boulons n'est guère modi-

3. ANKERBOUTONDERSTEUNING

31. Beschrijving van galerijen met ankerboutondersteuning

Het aanwenden van bouten met continu harsverankering betekende een heropleving van de belangstelling voor de ankerboutondersteuning, welke bijna niet meer in de steenkoolmijnen van West-Europa gebruikt werd.

De verankering wordt alzo verzekerd over gans de lengte van het gat en de efficiency van de bou-

fiée par le délitement éventuel des bancs du bastoit ou par la présence d'un banc très tendre à l'extrémité supérieure du boulon.

Les boulons ont généralement 20 à 21 mm de diamètre et 2 à 2,40 m de longueur. La résine est contenue dans des cartouches en verre (fig. 8), en matière plastique ou en papier qui renferment aussi une plus petite cartouche contenant le durcisseur. L'introduction du boulon pulvérise les divers emballages, provoquant ainsi la polymérisation de la résine.

Le boulonnage est surtout utilisé dans les traçages et, dans ce cas, la section est quadrangulaire.

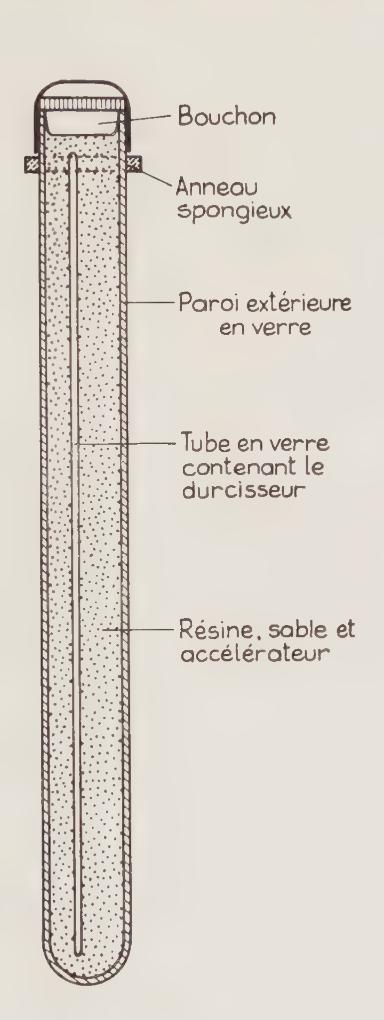
Cependant, plus de 50 % des galeries au rocher du bassin de la Lorraine sont boulonnées aussi et, dans ce cas, ces bouveaux sont cintrés en cou-

ten wordt nauwelijks veranderd door de eventuele afschilfering van de banken van het benedendak of de aanwezigheid van een zeer zachte bank aan het bovenuiteinde van de bout.

De bouten hebben over het algemeen een diameter van 20 tot 21 mm en zijn tussen de 2 tot 2,40 m lang. Het hars bevindt zich in glazen (fig. 8), papieren patronen of patronen in kunststof, waarin eveneens een patroon met de verharder. Het inbrengen van de bout verpulvert de verschillende omhulsels, hetgeen alzo de polymerisatie van het hars in de hand werkt.

De ankerboutondersteuning wordt vooral gebruikt in richtgalerijen en in zulk geval is de sektor rechthoekig.

Nochtans is meer dan 50 % van het rotsgesteente van het Bekken van Lotharingen eveneens uitgerust met ankerboutondersteuning en in dusda-



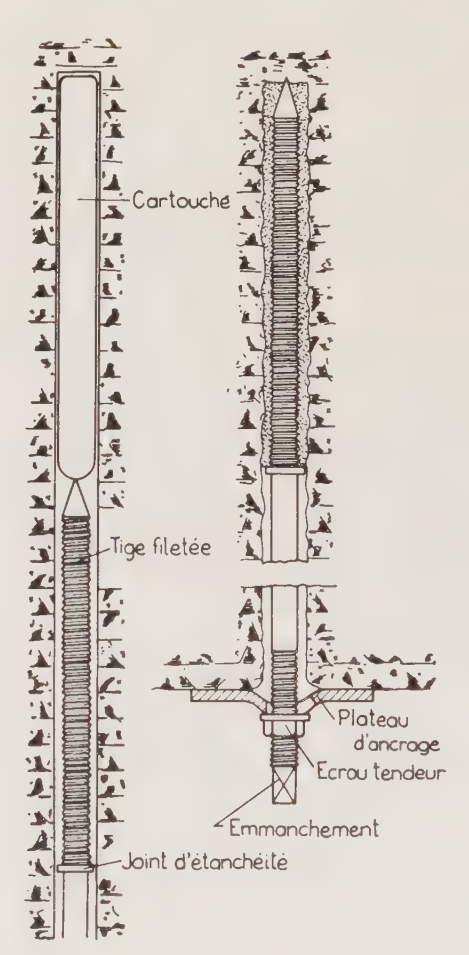


Fig. 8.

Boulonnage avec ancrage à la résine. A gauche : un des nombreux types de cartouches utilisés ; au milieu : introduction de la cartouche et du boulon ; à droite : ancrage du boulon au moyen de la résine.

Ankerboutondersteuning met harsverankering. Links : een van de talrijke types van de gebruikte patronen ; midden : inbrengen van het patroon en de bout ; rechts : boutverankering d.m.v. hars.

bouchon : *stop*
anneau spongieux : *schuimring*
paroi extérieure en verre : *buitenglaswand*
tube en verre contenant le durcisseur : *glasbuisje met verharder*
résine, sable et accélérateur : *hars, zand en accelerator*

cartouche — tige filetée : *patroon/schroefstang*
joint d'étanchéité : *dichtingsvoeg*
plateau d'ancrage : *verankeringsplateau*
écrou tendeur : *spanschroef*
emmanchement : *koppeling*

ronne; pour une galerie de 28 m², on pose 10 boulons par mètre.

Dans la plupart des traçages, un garnissage constitué par un treillis métallique avec mailles de 5 cm et fils de 3 mm de diamètre est déployé le long du toit depuis le pied d'une paroi jusqu'au pied de l'autre paroi. Les parois sont généralement boulonnées aussi. Dans les bouveaux de Lorraine, on utilise un treillis aux mailles de 12,5 cm et fils de 5 mm de diamètre.

Dans le but de disposer d'une place suffisante pour tous les engins groupés aux extrémités des tailles, la largeur des traçages de forme trapézoïdale a été portée dans beaucoup de cas jusqu'à 6 et 7 m et leur hauteur est comprise entre 2,40 et 3 m.

Ce soutènement est bien entendu renforcé peu avant le passage de la taille.

32. Soutènement auxiliaire des voies boulonnées

Sauf en Lorraine et en Provence, le boulonnage intégral des galeries a été abandonné par suite de la rencontre possible de plans de failles et de cassures. Le boulonnage est alors renforcé par un soutènement auxiliaire métallique ou en bois formé par une bêle et deux ou trois montants.

Dans les houillères du Nord de la France, on utilise beaucoup le « Cadrancré » Usinor (fig. 9), composé de deux poutrelles U solidarisées par une série d'étriers, laissant entre elles un espace suffisant pour le passage des boulons et de deux treillis. Après la pose des boulons, les deux poutrelles sont mises en tension contre les boulons. Les montants sont généralement formés par des étais coulissants en profil TH de 14 kg/m.

En Allemagne, on utilise souvent des bêles métalliques, parfois boulonnées, et des montants en bois.

nig geval zijn de steengangen kroongewelfd; voor een galerij van 28 m² worden per meter 10 ankerbouten geplaatst.

In het merendeel der richtgalerijen wordt een bekleding, welke een metalen vlechtwerk omvat met 5 cm-mazen en draden met een diameter van 3 mm, langsheen het dak ontvouwen en dit vanaf de voet van een wand tot aan de voet van een andere wand. De wanden zijn over het algemeen ook uitgerust met ankerboutondersteuning.

In de steengangen van Lotharingen gebruikt men een netwerk met mazen van 12,5 cm en draden met een diameter van 5 mm.

Om over voldoende ruimte te beschikken voor alle machines gegroepeerd in de pijleruiteinden, werd de lengte van de trapeziumvormige steengangen in vele gevallen op 6 à 7 m gebracht en hun hoogte ligt tussen de 2,40 en 3 m.

Deze ondersteuning is wel te verstaan, juist voor de pijlerdoorgang versterkt.

32. Hulpondersteuning van galerijen met ankerboutondersteuning

Behalve in Lotharingen en de Provence werd de integrale ankerboutondersteuning opgegeven daar er mogelijkheid bestond op verschuivings-en breukvakken te stoten. De ankerboutondersteuning wordt vervolgens versterkt door een hulpondersteuning in metaal of hout, gevormd door een kap en twee of drie stutten.

In de koolmijnen van het Noorden van Frankrijk wordt veel gebruik gemaakt van de « Cadrancré » Usinor (fig. 9), welke samengesteld is uit twee kleine U-balken, welke door een reeks beugels met elkaar verbonden werden, met daartussen een spatie voldoende voor het inbrengen van schroeven en twee netwerken. Na het plaatsen van de bouten, worden beide kleine balken onder druk gezet tegen de bouten. De stutten worden over het algemeen gevormd door stutten, welke op en neer kunnen schuiven en dit in TH-profiel 14 kg/m.

In Duitsland worden vaak metalen kappen gebruikt, vaak met ankerondersteuning en met houten stutten.

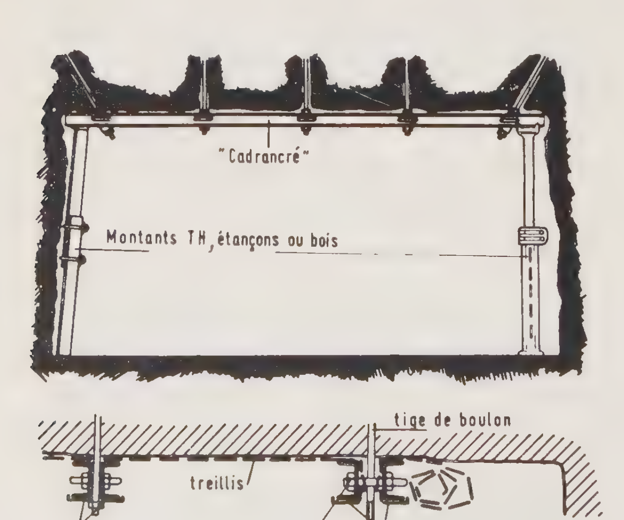


Fig. 9.

Cadrancré Usinor formé de deux poutrelles U assemblées par étriers, enserrant les boulons d'une rangée. Le treillis est tendu entre les poutrelles au moyen de griffes. Ce soutènement est renforcé par des étançons Usinor ou par des étançons à friction.

Cadrancré Usinor bestaande uit twee U-balkjes, geassembleerd door beugels, welke de bouten van een rij vasthouden. De beugel wordt gespannen tussen de kleine balken d.m.v. klemmen. Deze ondersteuning wordt versterkt door Usinor-stutten of door wrijvingsstijlen.

En Belgique, spécialement au siège Beringen, dans des voies de 4,50 m de largeur, on fore 7 boulons au toit par mètre de galerie dont 3 traversent une bêle en bois et les 4 autres sont forés entre les bêles en bois.

Le boulonnage des bêles en bois au toit présente de nombreux avantages :

— les bêles restent fixées au toit lorsqu'un tir mal ajusté renverse certains montants;
— le contact entre la bêle en bois et le banc du toit est meilleur par suite du serrage de la bêle contre le terrain;
— l'interposition d'un matériau tendre entre la plaque d'ancrage et le terrain, empêche toute détérioration du bas-toit par la plaque d'ancrage, surtout en cas d'un léger décollement du bas-toit;
— le boulonnage de cette bêle renforce sa résistance aux poussées latérales lorsque le charbon vient buter contre les deux extrémités de la bêle;
— les bêles restent présentes en cas de rupture par flexion des montants en bois due à la poussée des parois de charbon;
— la présence de ces bêles fixées au toit facilite la pose d'un soutènement de renfort au passage de la taille.

In België en bijzonder op de zetel Beringen boort men in de galerijen met een lengte van 4,50 m 7 bouten per meter galerij, waarvan er drie een houten kap doorsteken en de vier anderen werden tussen de houten kappen geboord.

De ankerboutondersteuning van de kappen in hout biedt talrijke voordelen :

— de kappen blijven aan het dak vastgehecht wanneer een niet juist gericht schot sommige stutten omverwerpt;
— er is een beter kontakt tussen de houten kap en de dakbank dank zij het vasthechten van de kap tegen het gesteente;
— het tussenstellen van een zacht materiaal tussen het verankeringsplaatje en het gesteente, verhindert elke vernieling van het benedendak en dit d.m.v. het verankeringsplaatje, vooral bij een licht loskomen van het benedendak;
— de ankerboutondersteuning van deze kap verhoogt zijn weerstandsvermogen t.o.v. laterale druk wanneer de steenkool op beide uiteinden van de kap drukt;
— bij een breuk geven de kappen niet toe daar de houten stutten flexibel zijn dank zij de druk afkomstig van de kolenwanden;
— de aanwezigheid van deze kappen, vastgehecht aan het dak, vergemakkelijkt het plaatsen van een versterkende ondersteuning op de plaats van de pijlerdoorgang.

33. Avantages du boulonnage des traçages

L'étude du prix de revient complet de 14 tailles du Nord de la France, dans lesquelles des tronçons de voie étaient boulonnés et d'autres cadrés, indique un gain total de 1,4 ouvrier par mètre d'avancement du chantier dans les voies boulonnées malgré un personnel plus élevé dans le creusement des voies boulonnées.

Au passage de la taille, le gain réel est de 3,75 Hp par mètre (22 % du total du personnel productif); mais ce chiffre doit être légèrement réduit à cause du creusement plus lent des voies et par suite d'un investissement de matériel plus important dans les tronçons boulonnés.

Le boulonnage des voies de chantier renforce les terrains et en diminue les mouvements au passage de la taille, ce qui a pour effet de décaler, vers l'arrière, le point d'inflexion de la courbe en S des mouvements au passage de la taille.

Cependant, après le premier passage de la taille, l'influence du boulonnage n'a plus qu'une importance secondaire et la bonne tenue des voies dépend

33. Voordelen van ankerboutondersteuning van vooraf gedreven galerijen

De studie van de volledige kostprijs van 14 pijlers in het Noorden van Frankrijk, waar een gedeelte van de galerijsektie van ankerboutondersteuning en andere van ramen werd voorzien, toont een toename aan van 1,4 arbeiders per meter voortschrijding in de winplaats in galerijen met ankerboutondersteuning ondanks het feit dat voor de delving met ankerboutondersteuning een groter aantal personeel noodzakelijk is.

Bij de pijlerdoorgang bedraagt de reële toename 3,75 Hp per meter (22 % van het totaal van het produktief personeel); maar dit cijfer dient lichtjes gedrukt te worden daar de delving der galerijen langzamer gebeurt en door belangrijker materieelinvesteringen voor met ankerboutondersteuning uitgeruste vooraf gedolven galerijen.

De ankerboutondersteuning van de galerijen van de winplaats versterkt het gesteente en vermindert diens bewegingen bij doorgang van een pijler, hetgeen voor gevolg heeft dat er zich een benedenwaartse verschuiving van het S-buigpunt voordoet van de bewegingen bij doorgang van een pijler.

Hoe dan ook na de eerste doorgang van de pijler heeft de invloed van de ankerboutondersteuning slechts een secundair belang en het goed

de la qualité des épis de remblai et de leur mise en charge.

Dans les Houillères de Lorraine, l'introduction des boulons a permis de réduire le coût de l'entretien au tiers de celui constaté dans les voies cadrées.

34. Pose des boulons

L'augmentation du personnel constatée lors du creusement des voies boulonnées, doit être attribuée presque intégralement à la pose du soutènement. La foration et la pose des boulons, le placement du treillis et du soutènement de renfort en bois durent plus longtemps que la pose des cadres métalliques et de leur garnissage. De nombreuses recherches sont en cours pour adapter des jumbos mixtes pour la foration des mines et des boulons. Les problèmes à résoudre sont nombreux :

— longueur différente pour le forage des trous de mine (si possible 3 m) et des boulons (2 à 2,40 m);
— diamètre différent de foration;
— recherche si possible d'un forage avec aspiration de poussières pour les trous de boulonnage;
— nécessité de forer des trous de boulonnage de 2 m de longueur dans des galeries de 2,80 m de hauteur.

Des recherches sont en cours, entre autres, en Lorraine et au siège Beringen en Campine.

Dans les galeries au rocher de Lorraine, le boulonnage est réalisé par un jumbo Montabert à deux bras orientables, monté sur pneus et équipé de marteaux perforateurs à rotation rapide (fig. 10). Avec ces engins, on pose les 26 boulons d'une passe de 2,80 m en 90 min au lieu de 200 min (avec un personnel de 4 hommes par poste). Rappelons que, dans le cas de cadres TH, la pose des 3 cadres d'une passe dure 2 à 3 heures.

Dans les traçages boulonnés en Lorraine, on compte mettre en service prochainement un jumbo Secoma à 2 glissières télescopiques permettant le forage des trous de mine de 3 m et des boulons

gedrag van de galerijen hangt af van de kwaliteit van de steendammen en van hun belasting.

In de steenkoolmijnen van Lotharingen liet het in gebruiknemen van bouten toe de kosten van onderhoud tot een derde te herleiden van deze van raamgalerijen.

34. Plaatsen der bouten

De tijdens de delving der galerijen vastgestelde verhoging van het personeel dient toegeschreven te worden aan het plaatsen van de ondersteuning. Het boren en het plaatsen van de bouten, het plaatsen van de kap en de versterkende ondersteuning in hout duurt langer dan het plaatsen van metalen ramen en de daarbijbehorende bekleding. Talrijke onderzoekswerkzaamheden worden verricht om de gemengde jumbo's aan te passen voor het boren van mijnen en bouten. Volgende problemen dienen opgelost te worden :

— verschillende lengte voor het boren van mijngaten (indien mogelijk 3 m) en bouten (2 à 2,40 m);
— verschillende boordiameter;
— speurwerk indien mogelijk van boringen met stofafzuiging voor de gaten van de ankerboutondersteuning;
— noodzakelijkheid gaten te boren voor de ankerboutondersteuning met een lengte van 2 m in galerijen met een hoogte van 2,80 m.

Opzoekingen zijn aan de gang o.a. in Lotharingen en op de zetel Beringen in het Kempense bekken.

In de rotsgalerijen van het Lotharingse wordt de ankerboutondersteuning gerealiseerd door een jumbo Montabert met twee oriënteerbare armen, gemonteerd op banden en uitgerust met een boorhamer met snelle wenteling (fig. 10). Met deze machines plaatst men 26 bouten over een pas van 2,80 m in 90 min in plaats van 200 min (met een personeel van 4 man per post). Herinneren wij eraan dat in het geval van de TH-ramen het plaatsen van drie ramen voor een pas 2 tot 3 uur in beslag neemt.

In de vooraf getrokken richtgalerijen met ankerboutondersteuning in Lotharingen denkt men weldra een jumbo Secoma met twee teleskopische kettingarmen in dienst te nemen, hetgeen het



Fig. 10.

Schéma d'implantation du matériel dans un bouveau au siège de Merlebach (Houillères du Bassin de Lorraine) lors du boulonnage effectué au moyen d'un jumbo Montabert à deux bras.

Schema van een materieelplaatsing in een steengang op de zetel Merlach (Steenkoolmijn van het Lotharingse bekken) bij het plaatsen van de ankerboutondersteuning d.m.v. een jumbo Montabert met twee armen.

de 2,20 m (dans des galeries d'une hauteur de 2,65 m). La foration est rotative et la commande de ces engins est entièrement hydraulique avec un effort de poussée pouvant atteindre 2 t. Actuellement, le boulonnage est effectué par des jumbos à 2 glissières avec foreuses rotatives Meudon (200 kg de poussée et couple de 3 à 20 kgm) ou Montabert (400 kg de poussée).

Toujours en Lorraine, les bouveaux non boulonnés intégralement sont revêtus à front de cadres TH, puis boulonnés à l'arrière. Dans ce cas, on y utilise une boulonneuse Fletcher montée sur un camion Wagner et alimentée par le circuit hydraulique de ce camion. Cet appareil à débit élevé, très lourd mais peu encombrant, exerce une poussée très élevée de 4 t.

Un problème à résoudre avec ces boulonneuses rapides est la durée de durcissement de la résine.

On essaye à Beringen une glissière Torque Tension avec perforatrice rotative hydraulique, montée sur une chargeuse à pinces de homard, qui permet le forage des trous de mine de 2,40 m de longueur (en moins d'une minute, y compris le changement de trous) et de trous de boulonnage de 2,40 m de longueur (hauteur utile de la galerie 2,90 m).

L'introduction de ces engins rotatifs a réduit fortement la durée du boulonnage : avec un marteau perforateur monté sur stoper, la durée complète de la pose d'un boulon est de 7 à 8 minutes; avec les perforatrices rotatives, ce temps a été réduit à moins de 3 minutes.

4. CADRES METALLIQUES CIRCULAIRES

L'utilisation de revêtements circulaires en cadres métalliques a pris une grande extension dans les mines du bassin d'Aix-la-Chapelle du Eschweiler Bergwerks-Verein, tant pour les galeries au rocher que pour les voies de chantier.

Ce revêtement fermé à la base offre une forte résistance au soufflage du mur particulièrement important dans les gisements à épontes tendres avec une stratification en bancs minces, sensibles à l'eau.

41. Cadres circulaires avec un garnissage en pierres posées à la main

Dans les traçages de cette société, on utilise des cadres coulissants d'un profil de 34 kg/m et d'un

boren van mijngaten van 3 m en bouten van 2,20 m (in galerijen met een hoogte van 2,65 m) zou toelaten. Het boren gebeurt door rotatie en deze machines worden volledig hydraulisch bestuurd met een stuwkracht welke kan gaan tot 2 t. Momenteel wordt de ankerboutondersteuning door jumbo's met 2 kettingarmen met rotatieve boormachines Meudon uitgevoerd (stuwkracht 200 kg en koppeling 3 tot 20 kgm) of Montabert (stuwkracht 400 kg).

Steeds in Lotharingen zijn de steengangen welke niet integraal met ankerboutondersteuning uitgerust zijn aan het front met TH-ramen bekleed en worden daarna aan de vullingszijde met ankerboutondersteuning uitgerust. In zulk geval wordt een Fletchermachine gebruikt voor de ankerboutondersteuning welke gemonteerd wordt op een Wagnervrachtwagen en door de hydraulische keten van de vrachtwagen gevoed wordt. Dit toestel met een hoog debiet, zeer zwaar, maar dat weinig plaats inneemt, oefent een zeer grote stuwkracht uit nl. 4 t.

Bij deze snelle machines voor ankerboutondersteuning rijst er een probleem m.n. de verhardingsduur van het hars.

Te Beringen wordt een glijgoot Torque Tension met hydraulische wentelboormachine uitgeprobeerd, gemonteerd op een kreeftenschaarlaadmachine, welke het boren van mijngaten met een lengte van 2,40 m toelaat (in minder dan 1 minuut, met inbegrip van het laden van de gaten) en gaten voor ankerboutondersteuning met een lengte van 2,40 m (nuttige hoogte van de galerij 2,90 m).

Het invoeren van deze wentelende machines herleidde sterk de duur van het plaatsen van de ankerboutondersteuning : met een boorhamer gemonteerd op een stoper, neemt de volledige duur van het plaatsen van een bout 7 tot 8 minuten in beslag; met de wentelboormachines wordt deze duur herleid tot minder dan 3 minuten.

4. CIRKELVORMIGE METAALRAMEN

Het gebruik van bekledingen met cirkelvormige metalen ramen nam een grote uitbreiding in de mijnen van het Bekken van Aken van het Eschweiler Bergwerks-Verein, zowel voor de rotsgalerijen als voor de ontginningsgalerijen.

Deze aan de basis gesloten ondersteuning biedt een grote weerstand tegen het zwellen van de vloer, hetgeen van uitzonderlijk belang is in afzettingen met zacht nevengesteente met een gelaagdheid in dunne banken, welke niet waterdicht zijn.

41. Cirkelvormige ramen met een steenbekleding welke met de hand geplaatst werd

In de vooraf gedolven galerijen van deze maatschappij worden meegevende ramen gebruikt met

diamètre intérieur de 4,70 m, espacés de 0,5 à 1 m les uns des autres. En 1960, près de 3400 m de galeries en charbon (soit environ 50 % des galeries de ce type) y ont été revêtues de cadres circulaires.

Avant l'utilisation de ces cadres, il fallait 7,93 journées d'ouvriers par 100 t de charbon pour l'entretien des voies de chantier, tandis qu'en 1960, il n'en fallait plus que 0,91 par 100 t. Le coût de creusement plus élevé est compensé largement par les économies obtenues pour l'entretien, l'aérage et les transports. Depuis lors, les cadres circulaires coulissants n'ont plus été utilisés que lorsqu'il n'a pas été possible, pour des raisons économiques et techniques, d'utiliser une rabasseneuse (par exemple dans certaines voies de têtes).

Dans les galeries au rocher non soumises à l'influence des exploitations, on pose des cadres rigides en profils GI 130, d'un diamètre intérieur de 4,70 m espacés à 60 cm. On estime à ce siège que les frais de creusement d'une galerie avec revêtement métallique circulaire sont de 30 % supérieurs à ceux d'une galerie de même section revêtue des

een profiel van 34 kg/m en met een binnendiameter van 4,70 m, met een tussenruimte van 0,5 tot 1 m. In 1960 werden bijna 3400 m steenkoolgalerijen (dus ongeveer 50 % van de galerijen van dit type) met cirkelvormige ramen bekleed.

Vooraleer kon overgegaan worden tot het gebruik van deze ramen waren er 7,93 werkdagen per 100 t steenkool nodig voor het onderhoud van de galerijgangen, terwijl in 1960 er slechts 0,91 per 100 t nodig waren. De hogere delvingskosten worden meer dan gekompenseerd door de besparingen welke gedaan worden bij onderhoud, verluchting en transport. Sedertdien werden de meegevende ramen niet meer gebruikt, alleen nog maar wanneer het onmoglijk was een nadiepingsmachine (bijvoorbeeld in sommige pijlerkoppen) te gebruiken en dit om ekonomische en technische redenen.

In de rotsgalerijen welke niet beïnvloed worden door een ontginning, worden zachte ramen geplaatst met GI 130-profiel, met een binnendiameter van 4,70 m met een tussenruimte van 60 cm. Men is op deze zetel van oordeel dat de delvingskosten van een galerij met cirkelvormige metalen bekleding 30 % hoger liggen dan die van

TABLEAU I

Comparaison entre trois modes de garnissage de cadres circulaires

TABEL I

Vergelijking tussen drie bekledingsmethodes met cirkelvormige ramen

	Garnissage en tôles avec remplissage du vide au moyen de pierres Kapbekleding met opvulling der leegte door middel van stenen	Garnissage provisoire, bétonnage à l'arrière Provisorische bekleding, betonnering achterkant	Bétonnage immédiat Onmiddellijke betonnering	
Diamètre intérieur des cadres en m	4,70	5,20	5,20	Binnendiameter der ramen in m
Section à terre nue en m²	21,7	26,5	26,5	Doorsnede van de opbraak in m²
Rendements				Rendementen
— à front en m³/Hp	3,97	4,27	6,18	— aan het front in m³/Hp
— total en m³/Hp	3,02	3,13	3,65	— totaal in m³/Hp
Rendement de la pose du soutènement en min Hp/m	936	1 322	810	Rendement van het plaatsen der ondersteuning in min Hp/m
Pourcentage de la pose du soutènement en % du cycle complet	43,9	54,5	48,4	Percentage van het plaatsen van de ondersteuning in % van de komplete cyclus
Coût du soutènement				Kosten van de ondersteuning
— en matériel en FB/m	13 400	15 400	8 900	— aan materieel in Bfr./m
— en salaires en FB/m	3 660	5 400	4 060	— aan salarissen in Bfr./m
Coût total du bouveau en FB/m	32 200	37 200	30 000	Totaalkosten van de steengang in BFr./m

cadres cintrés en couronne habituels. Dans la traversée de zones failleuses, ces cadres sont parfois placés presque jointivement.

La pose du soutènement et du garnissage et le remplissage des vides au moyen de pierres provenant des déblais prennent 44 % du temps total presté à front.

La première colonne du tableau 1 donne le prix de revient des galeries circulaires avec un garnissage en pierres posées à la main.

42. Garnissage en béton placé à l'arrière

Le remplissage manuel du vide entre les parois et les tôles de garnissage étant une opération très longue et peu mécanisable, les ingénieurs du siège Emil-Mayrisch ont envisagé le remplissage de ce vide au moyen de béton pompé ou projeté.

Au début, on a pensé poser à front les cadres circulaires avec un garnissage provisoire de la couronne et des parois et, ensuite placer à l'arrière un garnissage en dalles de béton armé avec un remplissage du vide entre ces dalles et le terrain au moyen de béton. Le garnissage provisoire placé à front pouvait être, soit du béton projeté, soit des boulons épinglant les tôles métalliques contre la roche. Il s'est avéré cependant que le coût de ce revêtement provisoire aurait varié entre 3000 et 4500 FB/mètre de voie, ce qui était prohibitif pour cette méthode de travail.

Cependant, ce coût ne serait pas élevé si la présence de ce garnissage provisoire pouvait permettre de retarder la pose des cadres circulaires qui ne seraient placés qu'à 6 à 9 m en arrière du front. Les conditions géologiques et techniques ne permettaient pas d'envisager cette solution à ce siège.

La deuxième colonne du tableau 1 donne l'ordre de grandeur du coût prévu par ce mode de travail.

43. Garnissage en béton placé à front

Pour résoudre ce problème, le siège Emil-Mayrisch a décidé de se lancer dans une toute nouvelle voie en bétonnant directement les cadres circulaires à front à mesure de leur pose, ce qui permet de supprimer tout boisage ou garnissage provisoire. Par la mécanisation de la pose du bétonnage, on arrive ainsi à une première étape vers la mécanisation de la pose du soutènement par la mécanisation du garnissage.

Pour réaliser ce premier essai, le siège a choisi un bouveau qui ne sera que très faiblement soumis à l'influence d'exploitations minières.

Outre l'augmentation du rendement, la solution envisagée offrait de plus le grand avantage d'amé-

een galerij met dezelfde afmetingen, bekleed met de gebruikelijke gecentreerde ramen in kroonvorm. In de doorsteek van breukzones, worden deze ramen soms bijna kant tegen kant geplaatst.

Het plaatsen van de ondersteuning en de bekleding en het vullen van de leegten d.m.v. stenen afkomstig van afval nemen ongeveer 44 % van de aan het front gepresteerde arbeid in beslag.

De eerste kolom van tabel I geeft de kostprijs aan van cirkelvormige galerijen met bekleding in steen, welke met de hand geplaatst werd.

42. Betonbekleding aan de vullingszijde

Daar het met de hand vullen der leegte tussen de wanden en de bekledingskappen een lange werkzaamheid was, welke weinig vatbaar was voor mechanisatie, beoogden de ingenieurs van de zetel Emil-Mayrisch het vullen van deze leegte d.m.v. ingepompt of geprojekteerd beton.

In het begin dacht men eraan in het front cirkelvormige ramen te plaatsen met een voorlopige bekleding van de kroon en de wanden en daarna aan de vullingszijde een bekleding met tegels in gewapend beton te plaatsen met een opvulling van de lege ruimte tussen de tegels en het gesteente d.m.v. beton. De in het front geplaatste voorlopige bekleding kon hetzij spuitbeton zijn, hetzij bouten welke de metalen platen tegen de rots vastzetten. Nochtans bleek dat de voorlopige kostprijs zou variëren tussen 3000 en 4500 BF/m galerij, hetgeen voor deze methode een contrapunt is.

Nochtans zouden deze kosten niet zo hoog oplopen indien de aanwezigheid van deze voorlopige bekleding het plaatsen van cirkelvormige ramen zou toelaten, welke slechts op 6 tot 9 m van de vullingszijde zouden geplaatst worden. De geologische en technische omstandigheden laten niet toe voor deze zetel zulke oplossing te voorzien.

De tweede kolom van tabel I geeft de orde van grootte der kosten aan, welke voor deze manier van werken voorzien werden.

43. Betonbekleding in het front

Om dit probleem op te lossen besloot de zetel Emil-Mayrisch een nieuwe weg op te gaan door de cirkelvormige ramen in het front dadelijk bij de plaatsing te betonneren, hetgeen alle ondersteuning of voorlopige bekleding overbodig maakt. Door de mechanisatie van het plaatsen van het betonwerk, komt men alzo tot een eerste stadium van mechanisatie van het plaatsen der ondersteuning door het mechaniseren van de bekleding.

Om deze eerste proef te verwezenlijken koos de zetel een galerij, welke slechts een weinig te lijden had onder de invloed van mijnontginningen.

Buiten een verhoging van het rendement bood de beoogde oplossing bovendien nog het grote

liorer la résistance du soutènement en empêchant, immédiatement après le tir, tout décollement des bancs du toit. Cette augmentation de la résistance aux pressions de terrains permet d'espacer les cadres et d'utiliser pour ceux-ci un profil plus léger. Un autre avantage de ce revêtement lisse est de réduire les pertes de charge d'aérage et de protéger les roches de l'air humide qui diminue de beaucoup la cohésion des différents bancs de schiste sensibles à l'eau !

Le diamètre du bouveau à terre nue est de 5,80 m et intérieur de 5,20 m. Les cadres choisis ont un profil I 110 (au lieu de 130 dans les précédents chantiers non bétonnés à front) et sont placés à une distance de 80 cm les uns des autres (au lieu de 60 cm ailleurs). Ces cadres sont formés de 5 éléments reliés entre eux par des éclisses.

Le transport du béton depuis la surface n'étant pas envisageable pour des raisons de timing, celui-ci est préparé dans le chantier même.

Deux possibilités s'offraient quant au mode de bétonnage : béton pompé ou béton projeté.

Le béton pompé présente les avantages suivants :

— capacité de production à l'heure plus élevée (production de plusieurs dizaines de m³/heure au lieu de 5 m³/heure dans le cas de béton projeté);
— possibilités d'utiliser des agrégats humides (dans le cas de béton projeté la teneur en eau ne peut dépasser 4 à 5 %);
— suppression de toute perte de matière par rebondissement contre les parois (cette perte varie de 7 à 15 % dans le cas de béton projeté);
— meilleure résistance du béton après un certain temps;
— remplissage du vide en une fois (dans le cas de béton projeté, pour atteindre l'épaisseur de béton souhaitée, il faut guniter en deux ou trois fois, car il est difficile de dépasser une épaisseur de 10 à 15 cm par projection).

Le béton projeté présente les avantages suivants :

— suppression de tout coffrage;
— simplicité des installations nécessaires au mélange du gravier, du sable et du ciment;
— faible encombrement des installations d'amenée du matériel;
— possibilité de préparer le béton en quantité plus faible;
— résistance immédiate plus élevée du béton,

voordeel de weerstand van de ondersteuning te verhogen door onmiddellijk na het schieten elk loskomen van de dakbanken te verhinderen. Deze verhoging van de weerstand t.o.v. de gesteenteduk laat toe de ramen verder van elkaar te plaatsen en voor deze een lichter profiel te gebruiken. Een ander voordeel van deze lichte bekleding bestaat erin dat het drukverlies bij de verluchting herleid wordt en de rotsen beschermd worden tegen vochtige lucht, welke de cohesie van de verschillende watergevoelige schilfersteenbanken aantast.

De diameter van de doorbraaksteengang bedraagt 5,80 m; de binnendiameter bedraagt 5,20 m. De gekozen ramen hebben een profiel van I 110 (i.p.v. 130 in vorige galerijen, waar het front niet gebetonneerd werd) en op een afstand van 80 cm van elkaar werden geplaatst (i.p.v. 60 cm elders). Deze ramen worden gevormd door 5 elementen, welke door nijpers met elkaar werden verbonden.

Dat er niet kon gedacht worden het beton van de bovengrond naar beneden te transporteren omwille van de timing, wordt dit in de galerij zelf klaargemaakt.

Er bieden zich twee mogelijkheden voor het betonneren nl. gepompt beton of gespoten beton.

Gepompt beton biedt de volgende voordelen :

— hoger produktiekapaciteit per uur (produktie van verscheidene tientallen m³/uur i.p.v. 5 m³ per uur voor spuitbeton);
— mogelijkheid vochtige aggregaten te bezigen (in het geval van spuitbeton mag het watergehalte de 4 tot 5 % niet overschrijden);
— elk materieelverlies door weerbots tegen de wanden worden opgeheven (dit verlies schommelt tussen de 7 tot 15 % voor spuitbeton);
— na een zekere tijd betere weerstand van het beton;
— de leegte kan in eenmaal gevuld worden (bij spuitbeton dient er in twee of driemaal gegunniteerd te worden om de gewenste dikte van het beton te bekomen, want het is moeilijk per projektie een grotere dikte van 10 tot 15 cm te bekomen);

Het spuitbeton biedt de volgende voordelen :

— er is geen bekisting meer nodig;
— het is zeer eenvoudig de nodige installaties voor het mengen van het grint, het zand en het cement te installeren;
— de installaties ondervinden weinig last van de aanvoer van het materieel;
— mogelijkheid het beton op voorhand klaar te maken en dit in kleinere hoeveelheden;
— grotere onmiddellijke weerstand van het beton,

grâce à sa plus faible teneur en eau et à sa densité plus élevée;
— simplification du rideau à placer du côté front; on y édifie un mur en pierres qu'il suffit de guniter de part et d'autre pour offrir une résistance suffisante.

Suite à ces derniers avantages, le siège a choisi le béton projeté mais en le déversant derrière un coffrage.

Afin de pouvoir réaliser un avancement acceptable, le front est attelé 4 postes par jour avec un personnel total à front de 39 hommes. Le travail a été cyclé en deux passes de creusement par jour. Le creusement complet d'une passe de 2,40 à 2,70 m de longueur dure ainsi deux postes : un poste pour le forage, le chargement des mines et l'évacuation des déblais et le second poste pour la pose des cadres circulaires et des tôles de garnissage ainsi que du remplissage du vide au moyen de béton.

Les deux éléments de couronne de chacun des trois cadres posés au cours de la passe, sont placés immédiatement après le tir avec un garnissage provisoire en traverses en bois. Les éléments de parois et de radier sont posés à leur tour après l'évacuation des déblais ainsi que les entretoises entre cadres et les quatre rails de roulement pour les deux planchers de travail. La pose des trois cadres d'une passe dure en moyenne 1 h 55 min.

Le travail de bétonnage commence immédiatement après la fin de la pose des cadres. Les coffrages métalliques sont fixés à l'intrados des cadres par un système de fermeture à coins et à clavettes. Les coffrages seront récupérés lorsque le front se trouvera 15 à 20 m en avant. Cependant, afin de supprimer tout risque de dégradation des coffrages par la chargeuse lors des chargements de déblais suivants, on n'utilise pas le coffrage métallique pour le radier mais des plaques en béton qui ne sont pas récupérées.

L'installation de bétonnage (fig. 11), qui suit le front à une distance de 40 à 100 m, comprend un convoyeur d'amenée des agrégats, une trémie alimentant une vis sans fin, un silo et une trémie pour le ciment et la bétonnière. Les berlines transportant les agrégats sont culbutées au-dessus du convoyeur, tandis que le ciment, transporté dans des silos, est transvasé dans le silo d'alimentation. La bétonnière de gunitage Torkret (système Meynadier) alimentée en gravier d'un diamètre inférieur à 15 mm a une capacité de 6,5 m^3/heure en tenant compte de la granulation utilisée.

dank zij zijn laag watergehalte en grotere dichtheid;
— het gordijn aan het front kan gemakkelijker geplaatst worden; er wordt een stenen muur opgetrokken, welke slechts aan weerskanten dient gegunniteerd te worden om een voldoende weerstand te bieden.

Als gevolg van deze laatste voordelen, werd door de zetel spuitbeton gekozen, maar het zal dan achter een bekisting uitgestort worden.

Om een aanneembare vooruitgang te verwezenlijken is er in het front een bezetting van 4 posten per dag met een totaal aantal personen in het front van 39 man. Het werk werd in twee delvingsfasen per dag ingedeeld. De volledige delving van een pas van 2,40 tot 2,70 m neemt alzo de tijd van twee posten in beslag : een post voor het boren, het laden van de mijnen en het evakueren van het puin en de tweede post voor het plaatsen van de cirkelvormige ramen en de bekledingsplaten alsook voor het vullen van de lege ruimte met beton.

De twee kroonelementen van elk van de drie geplaatste ramen tijdens de doorgang, worden onmiddellijk na het schieten geplaatst en dit met een voorlopige bekleding in houten dwarsliggers. De wand- en vloerelementen worden op hun beurt na het weghalen van het puin geplaatst alsook de dwarsliggers tussen de ramen en de vier rolrails voor de twee werkvloeren. Het plaatsen van drie ramen van een pas neemt gemiddeld 1 uur 55 min in beslag.

Het betonneerwerk begint onmiddellijk nadat de ramen geplaatst werden. De metalen bekistingen worden aan de binnenkant van de ramen door hoek- en spiesluitwerk vastgehecht. De bekistingen worden gerecupereerd wanneer het front een 15- tot 20-tal m verder gevorderd is. Hoe dan ook, wordt de metalen bekisting niet gebruikt voor de bodem, maar betonplaten welke niet recupereerbaar zijn en dit om alle risiko's te vermijden de bekistingen door de laadmachine bij het weghalen van de volgende puinstukken te laten beschadigen.

De betonneerinstallatie (fig. 11), welke het front op een afstand van 40 tot 100 m volgt, omvat een transportband waarop aggregaten worden aangevoerd, een laadtrechter welke een wentelschroef voedt, een silo en een laadtrechter voor het cement en de betonmachine. De mijnwagentjes welke de aggregaten transporteren kippen hun lading op de transportband, terwijl het cement, dat in silo's getransporteerd wordt, overgeheveld wordt in de voedingssilo. De gunniteerbetonmolen Torket (systeem Meynadier) welke met grint gevoed wordt en een binnendiameter heeft van 15 mm, heeft een kapaciteit van 6,5 m^3/uur, rekening gehouden met de gebruikte korreldikte.

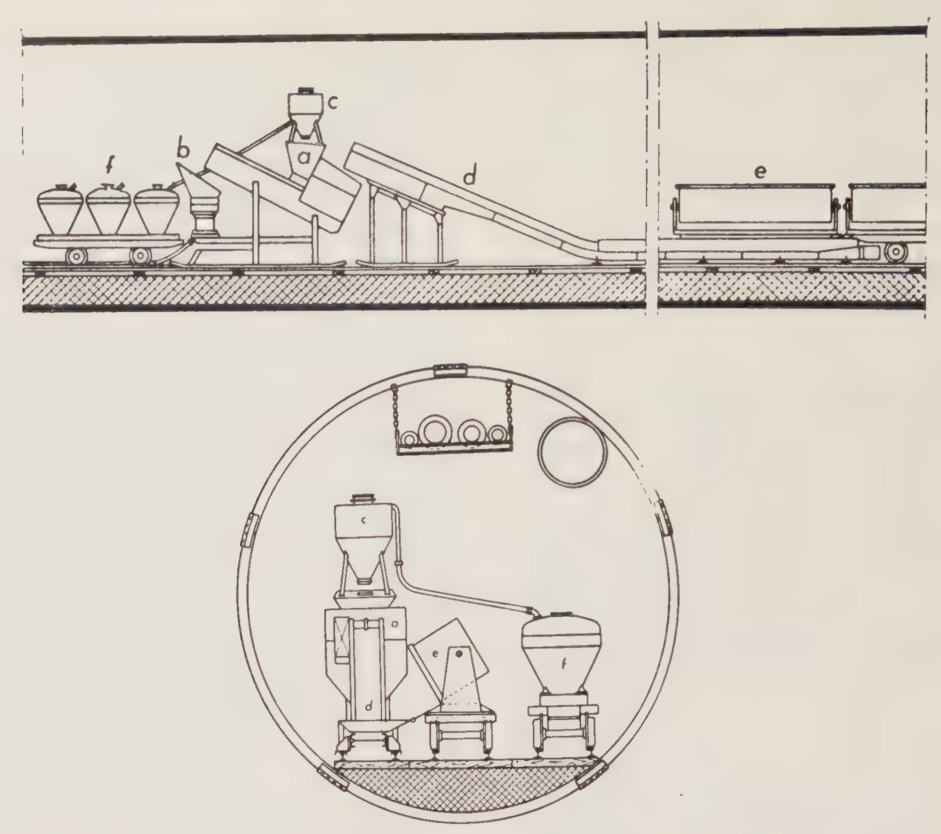


Fig. 11.

Installation de bétonnage qui suit la progression du front à une distance de 40 à 100 m ; celle-ci comprend :

a) trémie alimentant une vis sans fin
b) bétonnière
c) silo-trémie pour le ciment
d) convoyeur d'amenée des agrégats
e) berlines à culbutage amenant les agrégats
f) trucks avec 3 silos véhiculant le ciment.

Betoninstallatie welke de voortschrijding van het front volgt op een afstand van 40 tot 100 m en welke omvat :

a) laadtrechter, welke de wentelschroef voedt
b) betonmolen
c) silo-laadtrechter voor cement
d) toevoertransportband van aggregaten
e) mijnkipwagentjes, welke de aggregaten aanvoeren
f) trucks met 3 silo's, welke het cement vervoeren.

Cette installation qui forme une unité complète a une largeur de 960 mm, ce qui permet de la garer sur une troisième voie le long des cadres.

Le bétonnage d'une passe demande 12 m³ d'agrégats et 2,4 m³ de ciment. L'installation est commandée par un seul ouvrier, tandis qu'un deuxième surveille le culbutage des berlines et l'alimentation en ciment.

Le béton sec est envoyé à front par une tuyauterie métallique de 80 mm de diamètre et un flexible de 65 mm de diamètre. La quantité d'eau nécessaire est ajoutée directement à la canne d'injection. Pour le bon fonctionnement de l'installation de gunitage, les agrégats doivent avoir une teneur en eau inférieure à 4 % (mais supérieure à 2 % pour diminuer l'empoussiérage). La richesse

Deze installatie welke een komplete eenheid vormt heeft een lengte van 960 mm, hetgeen toelaat deze langsheen de ramen op een derde spoor op te stellen.

Voor het betonneren van een pas is er 12 m³ aggregaten en 2,4 m³ cement nodig. De installatie wordt gecommandeerd door een enkele werkman, terwijl een tweede het omkippen van de mijnwagentjes en de cementvoeding in het oog houdt.

Het droge beton wordt naar het front gezonden langs een metalen pijpleiding met een diameter van 80 mm en een slang met een diameter van 65 mm. Aan de injektiepijp wordt dan dadelijk de nodige hoeveelheid water toegevoegd. Om de gunniteerinstallatie goed te laten funktioneren, dienen de aggregaten een lager watergehalte te hebben dan 4 % (doch hoger dan 2 % om de ontwikke-

du béton en ciment est de 260 kg/m³ et le rapport eau/ciment doit être inférieur à 0,7. La résistance du béton projeté atteint rapidement 200 kg/cm².

La durée complète du bétonnage est de 3 h 50 min avec un personnel de 6 hommes.

L'avancement moyen réalisé au cours du mois de novembre et de décembre 1966 a été de 5,14 m/jour. L'avancement maximum a été de 5,60 m/jour.

La troisième colonne du tableau 1 permet de comparer le coût de ce mode de garnissage avec deux autres modes de placement du garnissage.

La mécanisation partielle de la pose du soutènement a permis d'augmenter le rendement et de diminuer le coût du creusement du bouveau. Le bétonnage immédiat du vide entre le cadre et le terrain améliore d'autre part la résistance du soutènement et diminue les frais d'entretien.

A ce moment, 6 km de bouveaux revêtus de cadres circulaires ont été bétonnés à front, tant avec des cadres rigides qu'avec des cadres coulissants. Les avancements moyens réalisés sont de 5 m/jour dans le cas de cadres rigides et de 4,20 m/jour dans le cas de cadres coulissants.

44. Cadres circulaires dans le cas du creusement d'un bouveau au moyen d'une machine à pleine section

Pour le revêtement de bouveaux circulaires creusés au moyen d'une machine à attaque par pleine section, la société Heintzmann a mis au point des étriers et des écrous spéciaux pour relier les cinq éléments d'un cadre à profil GI. Elle a construit aussi un système hydraulique pour appuyer le cadre contre le pourtour de la galerie.

5. REVETEMENT CIRCULAIRE EN ELEMENTS DE BETON PREFABRIQUE

Les grandes profondeurs des chantiers, une couverture épaisse de morts-terrains sableux et aquifères et la présence d'épontes tendres obligent les ingénieurs du bassin de la Campine belge à utiliser pour la plupart de leurs bouveaux un revêtement formé d'éléments préfabriqués en béton.

Depuis 1935 jusqu'il y a peu de temps, les bouveaux étaient revêtus de claveaux en béton non armé (fig. 12).

Le creusement de ces bouveaux d'environ 6 m de diamètre à terre nue s'effectue par les méthodes conventionnelles : forage de 60 à 80 trous, minage, pose d'un soutènement provisoire en bois, chargement des déblais au moyen d'une chargeuse à godet sur rails, pose des claveaux.

ling van stof tegen te gaan). De cementrijkheid van het beton bedraagt 260 kg/m³ en de verhouding water/cement dient onder 0,7 te liggen. De weerstand van spuitbeton bereikt snel 200 kg/cm².

De volledige duur van het betonneren is 3 u 50 min met een personeel van 6 man.

De gemiddelde voortschrijding welke in de loop van de maanden november en december 1966 bereikt werd bedroeg 5,14 m/dag. De maximumvoortschrijding bedroeg 5,60 m/dag.

De derde kolom van tabel I laat toe een vergelijking te maken tussen de kosten van deze manier van bekleden en twee andere manieren van plaatsing van de bekleding.

De gedeeltelijke mechanisatie van het plaatsen van de ondersteuning liet toe het rendement te verhogen en de delvingskosten van de steengang te drukken. Het onmiddellijk betonneren van de lege ruimte tussen het raam en het gesteente verbetert enerzijds de weerstand van de ondersteuning en drukt de kosten van onderhoud.

Momenteel werden 6 km steengangen met cirkelvormige ramen gebetonneerd aan het front, zowel met onbuigzame als verschuifbare ramen. De gemiddelde vooruitgang welke per dag verwezenlijkt werd bedraagt 5 m in het geval van de onbuigzame ramen en 4,20 m voor de verschuifbare ramen.

44. Cirkelvormige ramen bij delving van een steengang d.m.v. een machine met volle sektie

Voor de bekleding van cirkelvormige steengangen welke d.m.v. een inbraakmachine met volle sektie gemaakt wordt heeft de firma Heintzmann speciale beugels en moeren bedrijfsklaar gemaakt om de vijf elementen van een kader met GI-profiel met elkaar te verbinden. Zij bouwde eveneens een hydraulisch systeem om het raam tegen de omtrek van de galerij te drukken.

5. CIRKELVORMIGE BEKLEDING MET PREFABBETONELEMENTEN

De grote diepte in de galerijen, dikke zandige en waterhoudende deklagen en de aanwezigheid van zachte nevengesteenten, verplichten de ingenieurs van het Belgisch Kempens Bekken ertoe voor het merendeel van de steengangen een bekleding in prefabelementen uit beton te gebruiken.

Sedert 1935 tot onlangs nog, werden de steengangen bekleed met blokken in niet gewapend beton (fig. 12).

Het delven van deze steengangen met een diameter van ongeveer 6 m bij de opbraak gebeurt met konventionele methodes : boring 60 tot 80 gaten, schieten, plaatsen van een voorlopige ondersteuning in hout, verladen van het puin d.m.v. een emmerlader op rails, plaatsen van de blokken.

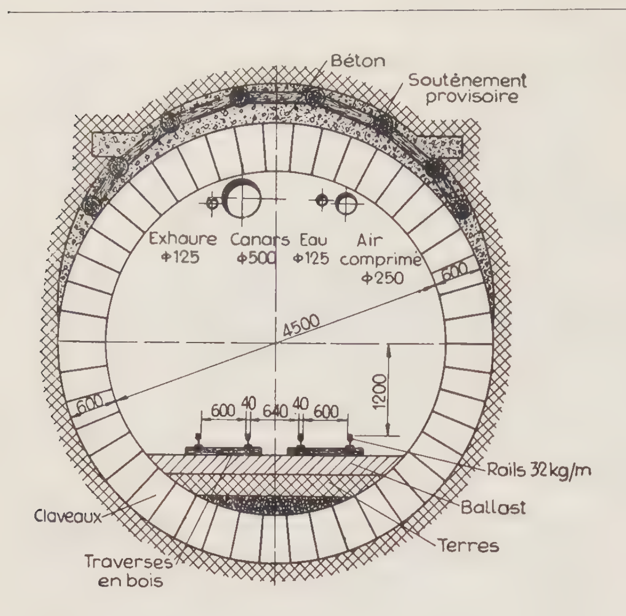


Fig. 12.

Soutènement d'un bouveau circulaire au moyen de claveaux en béton, l'épaisseur de ce revêtement varie de 50 à 60 cm. Le vide en couronne entre le terrain et les claveaux n'est en général pas bétonné.

Ondersteuning van een cirkelvormige steengang d.m.v. betonblokken, de dikte van deze bekleding ligt tussen de 50 en 60 cm. De lege ruimte tussen het gesteente en de blokken is over het algemeen niet gebetonneerd.

La figure 13 montre comment les claveaux sont posés :

— les claveaux du radier sont mis en place au moyen d'une broche fixée à un monorail; cette broche est introduite dans le trou de manutention situé au centre de la face intrados de chaque claveau (fig. 13, A);

— les claveaux de paroi sont placés à l'aide d'un mât qui peut avoir deux inclinaisons possibles (fig. 13, B);

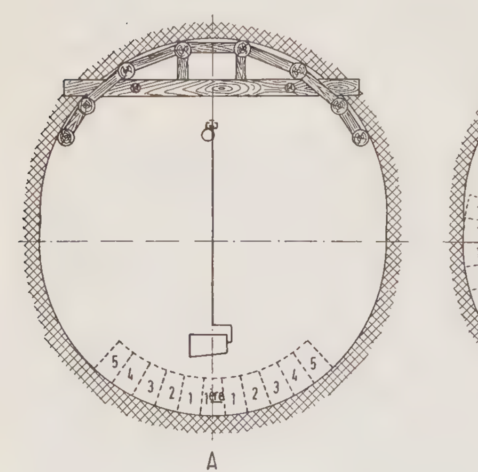
— les claveaux de couronne sont mis en place sur un cintre métallique au moyen d'un élévateur (fig. 13, C).

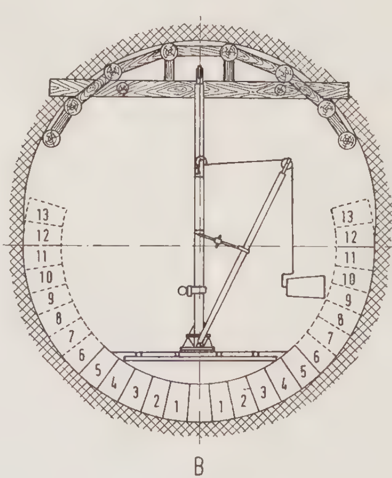
Figuur 13 toont hoe de blokken geplaatst werden :

— de blokken van de bedding worden op hun plaats gezet d.m.v. een pen welke aan een monorail vastgehecht wordt; deze pen wordt in het verladingsgat geplaatst, dat zich in het midden van de achterkant van elke blok bevindt (fig. 13, A);

— de wandblokken werden met behulp van een mast geplaatst, welke op twee manieren kan gebogen worden (fig. 13, B);

— de kroonblokken worden op hun plaats gezet op een metaalboog d.m.v. een elevator (fig. 13, C).





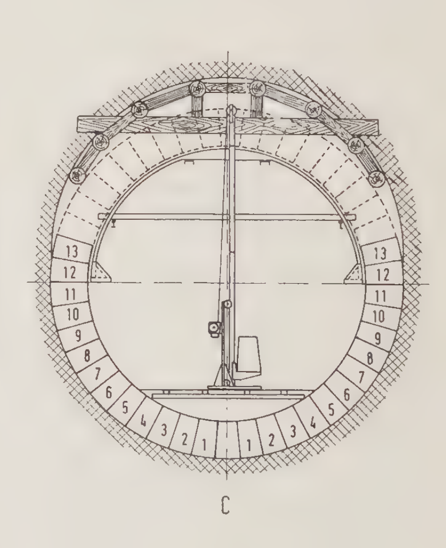


Fig. 13.

Vue d'ensemble de la pose des claveaux :

Zicht van het geheel van het plaatsen der blokken :

A. du radier au moyen d'une broche de manutention fixée à un monorail
B. des parois au moyen d'un mât incliné
C. des couronnes au moyen d'un élévateur relevant les claveaux jusqu'au-dessus d'un cintre.

A. van de bodem d.m.v. een verladingspen welke aan een monorail vastgehecht wordt
B. wanden d.m.v. een gebogen mast
C. kronen d.m.v. een elevator welke de blokken omhoogtrekt tot onder de boog.

L'introduction de cette semi-mécanisation de la pose du revêtement a permis de doubler l'avancement et de le porter à 2 m par jour en trois postes avec un personnel de 4 hommes par poste.

La mécanisation du forage et du chargement des déblais ne pouvait être envisagée au point de vue rentabilité que si l'on mécanisait aussi la pose des éléments préfabriqués en béton constituant le soutènement.

Cette mécanisation ne pouvait être réalisée avec les claveaux utilisés. Pour une passe de 2 mètres, il fallait en effet manutentionner et mettre en place 276 à 472 claveaux d'un poids d'environ 120 kg. Il fallait donc modifier le soutènement des galeries circulaires.

On a d'abord pensé à un soutènement métallique circulaire, mais celui-ci a été rapidement abandonné pour les raisons suivantes :

— prix d'achat plus élevé que les claveaux de béton (dans le cas de 2 cadres par mètre de voie);
— résistance aux pressions de terrains plus faible que dans le cas des claveaux;
— difficulté de mécaniser la mise en place de ces cadres en 4 éléments et surtout de la pose du garnissage.

Les éléments préfabriqués en béton donnant toute satisfaction en ce qui concerne leur résistance aux pressions de terrains, on a préféré augmenter leur poids unitaire.

Une visite effectuée en Tchécoslovaquie a permis d'y voir des bouveaux circulaires revêtus de panneaux en béton armé d'un poids de 350 kg qui, malgré une épaisseur de 14 cm seulement, donnaient toute satisfaction. L'utilisation de ces panneaux, mis en place mécaniquement au moyen d'élévateur à bras, a permis de réduire fortement la durée de la pose du revêtement.

Avant d'appliquer ce procédé en Belgique, nous avons effectué toute une série d'essais de laboratoire sur un soutènement en panneaux de béton armé de 20 cm d'épaisseur. De ces essais, on peut conclure que ce type de soutènement de 20 cm d'épaisseur peut résister au moins aussi bien qu'un anneau formé de claveaux en béton de 50 à 54 cm d'épaisseur, à la condition expresse d'exécuter un excellent remplissage du vide annulaire entre le revêtement et le terrain (rappelons que, dans le cas de claveaux, le vide très important en couronne — pour des raisons de mise en place du soutènement — n'est que très partiellement remblayé).

De introduktie van deze semi-mechanisatie van het plaatsen van de bekleding liet toe de voortschrijding te verdubbelen en ze op 2 m te brengen per dag in drie posten van 4 man.

Het mechaniseren van het boren en van het verladen van het puin kon niet in overweging genomen worden wat de rentabiliteit betreft indien het plaatsen van de ondersteuning met betonprefabelementen, welke de ondersteuning vormen, gemechaniseerd werd.

Deze mechanisatie zou slechts kunnen beoogd worden met de aangewende blokken. Voor een pas van 2 meter dienden 276 tot 472 blokken met een gewicht van ongeveer 120 kg verladen en op hun plaats gezet te worden. De ondersteuning van de cirkelvormige galerijen diende dus aangepast te worden.

Eerst werd er gedacht aan een cirkelvormige metaalondersteuning, maar deze werd om volgende redenen snel opgegeven :

— hogere kostprijs dan betonblokken (in geval van 2 ramen per 2 m galerij);
— weerstand t.o.v. gesteentedruk ligt lager dan bij de blokken;
— moeilijkheid het plaatsen van deze ramen met 4 elementen te mechaniseren en vooral van het plaatsen van de bekleding.

De prefabelelementen in beton geven volledige voldoening wat betreft hun weerstand t.o.v. de gesteentedruk en daarom werd hun eenheidsgewicht opgedreven.

Een bezoek aan Tschechoslovakije liet ons toe cirkelvormige steengangen te bezichtigen welke met panelen in gewapend beton bekleed waren, met een gewicht van 350 kg, welke ondanks het feit dat ze slechts 14 cm dik waren, volledige voldoening schonken. Het gebruik van deze panelen, welke geplaatst werden door een armelevator, liet toe de tijd welke nodig was voor het plaatsen van de bekleding sterk te herleiden.

Alvorens dit procédé in België toe te passen hebben wij in het laboratorium een hele reeks proeven uitgevoerd op de ondersteuning met panelen in gewapend beton met een dikte van 20 cm. Uit deze proeven kan besloten worden dat dit type van ondersteuning met een dikte van 20 cm niet zulk een goede weerstand kan bieden als een ring gevormd door betonblokken met een dikte van 50 tot 60 cm, doch dit op uitdrukkelijke voorwaarde dat de lege ruimte der ringen nauwkeurig gevuld wordt en dit dient dan jaarlijks te gebeuren tussen de bekleding en het gesteente (Herinneren wij eraan dat in het geval der blokken de lege kroonruimte een aanzienlijke rol speelt — om redenen van plaatsing van de ondersteuning — en deze slechts gedeeltelijk wordt opgevuld).

Suite à ces résultats favorables, il a été décidé d'utiliser les panneaux en béton armé comme revêtement d'un tronçon de bouveau dans un siège de Campine. Le choix s'est porté sur des anneaux de 4,20 m de diamètre utile, constitués de cinq panneaux (quatre grands de 500 kg et un petit de 250 kg; fig. 14).

Als gevolg van deze bevredigende resultaten werd er besloten panelen in gewapend beton te gebruiken als bekleding van een stuk steengang in de zetel in het Kempense. De keuze viel op ringen met een nuttige diameter van 4,20 m, gevormd door vijf panelen (vier grote van 500 kg en een kleine van 250 kg; fig. 14).

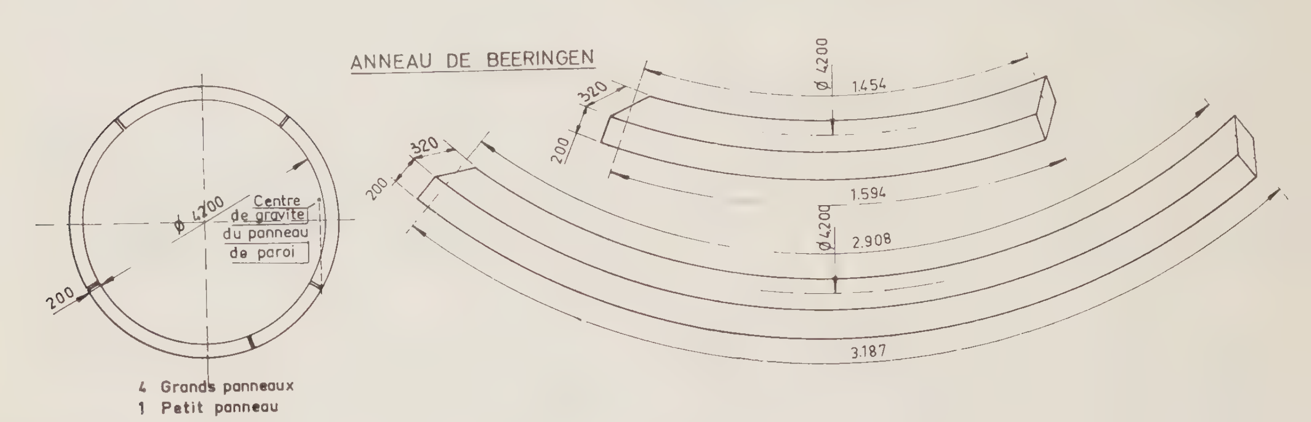


Fig. 14.

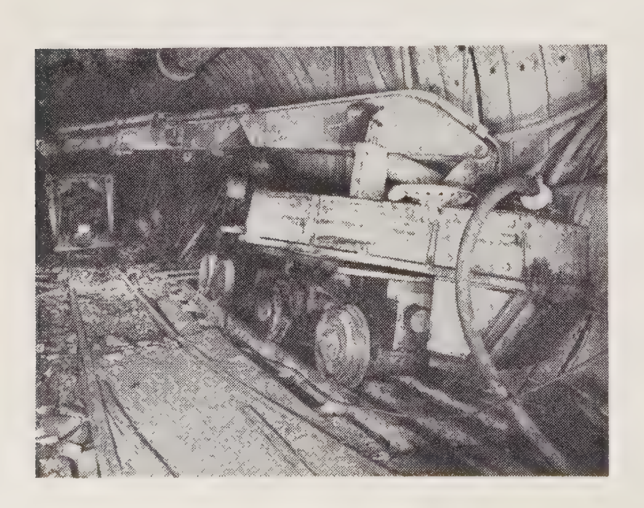
Dimensions des panneaux utilisés pour le revêtement des bouveaux circulaires dans le bassin de Campine. Sur l'anneau est dessinée la projection du centre de gravité d'un des panneaux de paroi, montrant que, lors de la pose, la stabilité de ces panneaux peut être assurée sans poutres d'appui.

Afmetingen van de gebruikte panelen als bekleding voor cirkelvormige steengangen in het Kempense bekken. Op de ring werd de projektie getekend van het zwaartekrachtcentrum van een der wandpanelen, hetgeen aantoont dat bij het plaatsen de stabiliteit van deze panelen zonder steunbalken kan verzekerd worden.

Grâce au fait que la projection verticale du centre de gravité de chacun des deux panneaux de paroi tombe à l'extrados de sa surface d'appui sur le panneau inférieur, il est possible de placer l'ensemble des panneaux d'un anneau sans utiliser ni cintre, ni poutrelle d'appui; les panneaux latéraux sont stables par eux-mêmes.

La machine de pose (fig. 15) comporte un châssis de base sur lequel est fixée une plate-forme supportant le bras télescopique utilisé pour la manutention des panneaux.

L'extrémité du bras télescopique est munie d'une genouillère dont la surface intérieure sphérique concave vient saisir la tête sphérique de la tige de



Dank zij het feit dat de vertikale projektie van het zwaartekrachtcentrum van elk van deze twee panelen aan de achterkant van het steunoppervlak op het binnenpaneel valt, is het mogelijk het geheel der panelen van een ring te plaatsen, zonder gebruik te maken van een boog of steunbalk; de laterale panelen zijn zelf voldoende stabiel.

De plaatsingsmachine (fig. 15) omvat een basischassis waarop een platform is vastgehecht, waarop de teleskopische arm, welke gebruikt wordt om de panelen te verladen, steunt.

Op het uiteinde van de teleskopische arm staat een draaiende wartel, waarvan het binnenoppervlak sferisch en konkaaf is, en welke aangesloten is op de verlaadstang der panelen. Elk paneel bezit inderdaad een centraal gat, dat van de ene kant

Fig. 15.

Machine de pose des panneaux utilisée en Campine ; cette machine peut manipuler et mettre en place des panneaux jusqu'à un poids de 1.200 kg.

Machine voor het plaatsen van de panelen, welke in de Kempen gebruikt wordt ; deze machine kan panelen tot een gewicht van 1.200 kg manipuleren en plaatsen.

manutention des panneaux. Chaque panneau possède en effet un trou central le traversant de part en part; ce trou est revêtu d'un tube métallique prolongé du côté extrados par un écrou soudé au tube. Cet écrou est à la base du système de manutention et de mise en place des éléments qui a lieu par l'intermédiaire d'une tige métallique, terminée d'un côté par une partie filetée vissée dans l'écrou et de l'autre par une tête sphérique. Le centre de cette tête coïncide exactement avec le centre de gravité du panneau, de sorte que, si on le saisit à l'aide de la genouillère de même diamètre intérieur, on peut donner au panneau toutes les positions désirées sans aucun effort.

L'extrémité du bras télescopique peut occuper toutes les positions voulues pour effectuer toutes les manipulations souhaitées grâce aux dispositifs suivants :

— rotation de la plate-forme de 360° sur le châssis de base;
— abaissement et relevage du bras dans un plan vertical;
— coulissement du fût intérieur télescopique du bras.

Le vide entre le terrain et le revêtement est rempli en deux fois :

a) à front les ouvriers projettent un agrégat léger à l'aide d'un aspirateur-éjecteur Hölter (fig. 16); le volume de gravier utilisé est de 1,5 m^3 par mètre de bouveau;
b) à une centaine de mètres en arrière, une équipe auxiliaire parachève le travail en injectant du ciment, des cendres volantes et du sable au moyen d'une pompe Putzmeister à une pression de 30 à 40 kg/cm^2 ; le volume injecté est aussi

naar de andere kant gaat; dit gat werd bekleed met een metaalbuis met aan de buitenkant een verlengstuk nl. een moer welke aan de buis gelast werd. Deze moer ligt aan de basis van het verladingssysteem en van het ter plaatse brengen van de elementen hetgeen d.m.v. een metaalstang gebeurt met aan een uiteinde een draadgedeelte dat in de moer vastgevezen werd en aan het andere uiteinde een sferische kop. Het midden van deze kop valt juist samen met het zwaartepuntcentrum van het paneel, zodanig dat indien men het grijpt met behulp van een draaiende wartel met dezelfde diameter, men aan het paneel alle gewenste posities kan geven zonder de minste moeite.

Het uiteinde van de teleskopische arm kan elke gewenste positie innemen om elk der gewenste manipulaties dank zij volgende toestellen uit te voeren :

— rotatie van het platform over 360° over het basischassis;
— mogelijkheid op en neergaan van de arm volgens een vertikaal plan;
— op en neer schuiven van het teleskopisch binnenvat van de arm.

De lege ruimte tussen het gesteente en de bekleding wordt in twee keer opgevuld :

a) aan het front werpen de werklui een licht aggregaat met behulp van een zuig-ejektietoestel Hölter (fig. 16); het volume gebruikt grint bedraagt 1,5 m^3 per meter steengang;
b) op een zeker aantal meters van de vullingszijde, voltooit een hulpploeg het werk door cement te injecteren, stuifas en zand en dit d.m.v. een Putzmeisterpomp met een druk van 30 tot tot 40 kg/cm^2; het geïnjekteerd volume

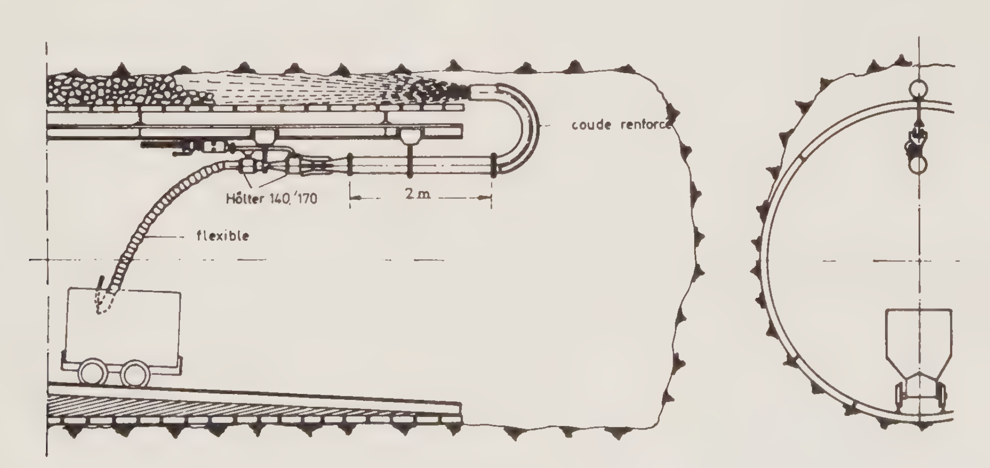


Fig. 16.

Montage prévu au départ pour l'aspirateur-éjecteur annulaire Hölter ; actuellement l'appareil Hölter est fixé à l'extrémité du bras de la machine de pose des panneaux.

Voorziene beginmontage voor het zuigejektietoestel Hölter ; momenteel wordt het Höltertoestel aan het uiteinde van de arm van de machine welke de panelen plaatst, vastgehecht.

flexible : *slang*
coude renforcé : *versterkt bochstuk.*

de 1,5 m³ par mètre de bouveau. Ce travail est effectué par une équipe de 3 hommes en un poste par jour.

L'introduction de ces panneaux qui permettent la mécanisation intégrale de la pose du revêtement, a permis de doubler l'avancement moyen réalisé dans les bouveaux de Campine.

Suite aux premiers essais favorables, le poids des panneaux a été doublé (1000 kg actuellement), ce qui a permis de réduire encore le temps de pose du soutènement. Actuellement, plus de vingt machines de pose de ce soutènement sont en service dans le bassin de Campine.

Lorsque les conditions techniques le permettent, on y réalise un avancement de 4 m par jour en 3 postes avec un personnel de 4 hommes par poste avec en plus un surveillant-boutefeu par poste. Au siège Eisden, avec le même personnel, on réalise un avancement régulier de 5,60 m/jour.

Grâce à une amélioration du chargement des déblais obtenue par l'introduction d'une chargeuse à pinces de homard et d'un convoyeur suspendu, on espère réaliser un avancement de 6 m/jour avec le même personnel.

Le rendement actuel à front est de 6,54 m³/Hp et on espère réaliser bientôt 9,84 m³/Hp. Le rendement total y compris le travail à l'arrière est actuellement de 4,36 m³/Hp et bientôt de 6,56 m³/Hp.

Dans le cas de ces bouveaux, il faut signaler qu'aucun personnel supplémentaire ne travaille à l'arrière du front (sauf pour l'injection de mortier); le machiniste qui amène les ouvriers au début du poste ramène les berlines pleines et, en recherchant les ouvriers en fin de poste, il amène les berlines de matériel et les berlines vides.

Le coût d'un tel revêtement en panneaux est de 7000 FB/m. En cinq ans, plus de 10.000 mètres de bouveaux ont été revêtus de panneaux en béton armé dans le bassin de Campine.

6. CONCLUSIONS

Il n'est guère facile de tirer des conclusions car on se trouve depuis peu confronté avec beaucoup de nouvelles techniques qui en sont encore au stade des essais :

— nouvelles méthodes de garnissage : anhydrite et

bedraagt eveneens 1,5 m³ per meter steengang. Dit werk wordt uitgevoerd door een ploeg van 3 man per post en per dag.

De introduktie van deze panelen welke toelaten over te gaan tot een algehele mechanisatie van het plaatsen van de bekleding, liet toe de gemiddelde verwezenlijkte voortschrijding in de Kempense steengangen te verdubbelen.

Als gevolg van de eerste geslaagde proeven, werd het gewicht van de panelen verdubbeld (momenteel 1000 kg), hetgeen een herleiding van de tijd, nodig om deze panelen te plaatsen, voor gevolg had. Momenteel zijn er meer dan twintig machines in dienst in het Kempense Bekken, die de ondersteuning plaatsen.

Indien de technische omstandigheden het toelaten, wordt een voortschrijding mogelijk van 4 m per dag in drie posten met een personeel van 4 man per post en met een opzichter-schietmeester per post. Op de zetel Eisden wordt met hetzelfde personeel een regelmatige voortschrijding verwezenlijkt van 5,60 per dag.

Dank zij een verbetering aangebracht in het verladen van het puin, hetgeen bereikt werd door de introduktie van een kreeftenschaarlaadmachine en een opgehangen transportband hoopt men een voortschrijding mogelijk te maken van 6 m/dag met hetzelfde personeel.

Aan het front bedraagt het rendement momenteel 6,54 m³/Hp en men hoopt binnenkort tot 9,84 m³/Hp te komen. Het totaalrendement met inbegrip van het werk aan de vullingszijde bedraagt momenteel 4,36 m³/Hp en zal weldra oplopen tot 6,56 m³/Hp.

Wat deze steengangen betreft dient opgemerkt te worden dat aan de vullingszijde van het front geen enkel bijkomend personeel tewerkgesteld werd (behalve voor het injekteren van beton); de machinist welke de arbeiders bij aanvang van hun post aanvoert, brengt de volle mijnwagentjes mee terug en, wanneer hij de arbeiders bij het einde van de post weer gaat oppikken, brengt hij de wagentjes met het materieel mee terug, alsook de lege mijnwagentjes.

De kosten van zulk een bekleding met panelen bedragen 7000 BF/m. In vijf jaar werden meer dan 10.000 m steengang met panelen in gewapend beton in het Kempens Bekken bekleed.

6. BESLUITEN

Het is helemaal niet gemakkelijk besluiten te trekken, daar er zich sedert onlangs heel wat nieuwe technieken, die nog in hun proefstadium zijn, hebben ontwikkeld :

— nieuwe bekledingsmethoden : anhydriet en beton,

béton, pour remplacer le garnissage manuel au moyen de pierres provenant des déblais;

— divers modes de traitement des parois rocheuses par injection de mortier ou de résine, par boulonnage, par projection de béton ou de mortier pour rendre la roche autoportante et la faire contribuer ainsi au soutènement des voies;

— différents types de gunitage :
  — à sec ou humide;
  — ajout de divers additifs;
  — utilisation de fibres métalliques ou autres pour donner une certaine résistance à la traction;

— nouvelles pompes pour le gunitage, l'injection ou le remplissage;

— divers treillis devant servir de coffrage pour le garnissage;

— extension du boulonnage;

— jumbos de boulonnage plus perfectionnés;

— introduction de panneaux en béton armé.

Tous ces essais ont pour but d'arriver à mécaniser autant que possible la pose du soutènement tout en ayant un contrôle efficace des terrains. Cette phase du travail est devenue souvent l'opération la plus longue du fait des progrès importants réalisés dans le forage et le chargement des déblais.

61. Traçages

Jusqu'il y a peu, les cadres coulissants cintrés en couronne constituaient le revêtement le plus répandu dans les traçages.

Depuis l'apparition récente de tailles à haute productivité, le pourcentage de soutènements trapézoïdaux a fortement augmenté car ils se prêtent bien à une mécanisation plus poussée du ripage et de l'ancrage des divers dispositifs se trouvant aux deux extrémités du front de ces tailles.

Beaucoup de ces voies sont boulonnées, avec ou sans soutènement auxiliaire. L'expansion du boulonnage a été freinée par une pose trop lente des boulons. L'apparition récente de jumbos mixtes permettant le forage tant des trous de mines que des trous de boulonnage, redonnera sans doute une nouvelle extension à ce procédé. Avec un marteau-perforateur monté sur stoper, il fallait 7 à 8 minutes à 2 hommes pour placer un boulon; actuellement, les nouveaux jumbos à perforatrice rotative permettent la pose d'un boulon en moins de 3 minutes à 1,5 homme. Dans les exploitations par chambres et piliers des mines de fer de Lorraine, des jumbos de boulonnage encore plus perfectionnés permettent la pose d'un boulon en moins d'une

om het bekleden met de hand d.m.v. stenen afkomstig uit steenafval te vervangen;

— verschillende manieren om rotswanden te behandelen door mortelinjektie of harsinjektie, door ankerboutondersteuning, door betonprojektie of met mortel om de rots zelfdragend te maken en om ze alzo te laten bijdragen tot de ondersteuning van de galerijen;

— verschillende gunniteertypes :
  — droog of vochtig;
  — toevoeging van verschillende additieven;
  — gebruik van metaalvezels of vezels van een andere samenstelling om een zekere traktieweerstand te bekomen;

— nieuwe gunniteer-, injektie- of vulpompen;

— verschillende vlechtwerken welke dienen voor de bekledingsbekisting;

— uitbreiding van de ankerboutondersteuning;

— meer geperfektioneerde jumbo's voor het plaatsen van ankerboutondersteuning;

— introduktie van panelen in gewapend beton.

Al deze proeven hebben tot doel het plaatsen van de ondersteuning zoveel mogelijk te mechaniseren, zonder daarom een efficiënte kontrole der gesteenten te verliezen. Deze werkfaze is vaak de operatie welke de meeste tijd in beslag neemt daar er bij het boren een grote vooruitgang geboekt werd, alsook bij het verladen van het puin.

61. Richtgalerijen

Tot onlangs nog, vormden de meegevende ramen, welke in de kroon boogvormig zijn, de meest verspreide manier van bekleden in de richtgalerijen.

Sedert het onlangs voorkomen van pijlers met een hoge produktie, viel er een sterke stijging van het percentage trapeziumvormige ondersteuningen waar te nemen, want deze lenen zich goed tot een ver doorgedreven mechanisering van de voortschrijding en van de ankerboutondersteuning van de verschillende toestellen welke zich aan de uiteinden van het front van deze pijlers bevinden.

Veel van deze galerijen werden met ankerboutondersteuning uitgerust, met of zonder hulpondersteuning. De uitbreiding van de ankerboutondersteuning werd geremd door het veel te langzame plaatsen van de bouten. Het onlangs op de markt brengen van gemengde jumbo's, welke het boren van mijngaten, alsook van gaten voor ankerboutondersteuning mogelijk maken, zal zonder twijfel een nieuwe push aan dit systeem geven. Met een boorhamer, welke op een stoper gemonteerd wordt, had men tussen de 7 en 8 minuten nodig om met twee man een bout te plaatsen; momenteel, laten de nieuwe jumbo's met een wentelende boormachine toe een bout in minder dan drie minuten te plaatsen en dit met 1,5 man. In de ontginningen

minute avec deux hommes ou d'un boulon en 2 à 3 minutes au moyen d'un seul homme.

Dans tous les cas, on constate une tendance à l'augmentation de la section des traçages, surtout en largeur.

62. Galeries au rocher

A titre de comparaison, nous donnons ci-après le temps total moyen par mètre de galerie, consacré à la pose des quelques soutènements décrits au cours de cet exposé :

- — 220 min Hp/m pour la pose des treillis et des boulons dans les galeries au rocher de Lorraine (section de 28 m²);
- — 250 à 300 min Hp/m pour la pose des cadres habituels cintrés en couronne ainsi que du garnissage (section utile de 12 m² et en supposant 2 cadres au mètre de galerie); prix de deux cadres TH de 29 kg/m : 7000 FB/m;
- — 614 min Hp/m pour la pose des claveaux en béton des galeries circulaires de Campine (diamètre intérieur : 4,50 m — mais sans aucun remplissage de vide de couronne);
- — 267 min Hp/m pour la pose des panneaux en béton armé (diamètre intérieur de 4,20 m) — temps auquel il faut ajouter 45 min Hp/m pour la projection de graviers à front. (L'injection de mortier à l'arrière par une équipe auxiliaire (dont les salaires sont la moitié de ceux des fronts) demande encore 270 min Hp/m mais n'empêche pas l'avancement des fronts). Le prix du soutènement est de 7000 FB/m;
- — 810 min Hp/m pour les cadres circulaires bétonnés dans le bassin d'Aix-la-Chapelle (diamètre intérieur de 5,20 m); prix du soutènement : 9000 FB/m;
- — 2000 min Hp/m pour l'essai de béton projeté et de boulonnage à front et pose du soutènement définitif par une équipe auxiliaire à l'arrière (il faut signaler que cet essai vient de commencer et qu'une certaine amélioration du rendement peut être espérée).

Un avantage important du soutènement par panneaux est l'absence de tout personnel à l'arrière pour le transport et la manutention du matériel.

Quand les circonstances géologiques et tectoniques le permettent, c'est le boulonnage réalisé en Lorraine qui est le revêtement dont la pose est la plus rapide, tout en étant aussi le moins cher (10

per kamer en pijlers in de ijzermijnen van Lotharingen, laten nog meer geperfektioneerde jumbo's voor ankerboutondersteuning toe een bout in minder dan één minuut te plaatsen met twee man of met één man één bout in 2 tot 3 minuten.

In al deze gevallen stelt men vast dat er een tendens is de sektie van de richtgalerijen te verhogen, vooral in de breedte.

62. Rotsgalerijen

Als vergelijkingspunt geven wij hierna de totale gemiddelde tijd nodig per meter galerij, besteed aan het plaatsen van de ondersteuningen welke in de loop van deze uiteenzetting werden beschreven :

- — 220 min Hp/m voor het plaatsen van het traliewerk en de bouten in de rotsgalerijen van Lotharingen (sektie 28 m²);
- — 250 tot 300 min Hp/m voor het plaatsen van de gebruikelijke kroongewelfde ramen, alsook voor de bekleding (nuttige sektie van 12 m² in de veronderstelling dat er per meter galerij 2 ramen voorhanden zijn);
- — 614 min Hp/m voor het plaatsen van de betonblokken in de cirkelvormige galerijen van de Kempen (binnendiameter : 4,50 m — maar zonder enige vulling van de lege ruimte in het kroongedeelte);
- — 267 min Hp/m voor het plaatsen van de ramen in gewapend beton (binnendiameter bedraagt 4,20 m) — aan de huidige tijd dient 45 min Hp/m toegevoegd te worden voor het inspuiten van grint aan het front. (Het inspuiten van mortel aan de vullingszijde door een hulpploeg (waarvan de lonen slechts de helft bedragen van deze van de arbeiders aan het front) nemen nog eens 270 min Hp/m in beslag, maar dit betekent voor de voortschrijding aan het front geen hinder). De prijs van de ondersteuning beloopt 7000 BF/m;
- — 810 min Hp/m voor de gebetonneerde cirkelvormige ramen in het Bekken van Aken (binnendiameter bedraagt 5,20 m); prijs van de ondersteuning : 9000 BF/m.
- — 2000 min Hp/m voor de proef met geprojecteerd beton en de verankering vooraan en het plaatsen van de definitieve ondersteuning door een hulpploeg achteraan (men is nog maar pas begonnen met deze proef en men hoopt dus dat het rendement zal stijgen).

Een belangrijk voordeel van de ondersteuning met panelen is dat er geen personeel nodig is aan de vullingszijde voor het transport en de verlading van materieel.

Indien de geologische en tektonische omstandigheden het toelaten, is de ankerboutondersteuning welke in Lotharingen verwezenlijkt werd de ondersteuning welke het snelst geplaatst kan worden, en

boulons et un treillis par mètre de galerie). Ces conditions favorables sont malheureusement rares dans les autres bassins.

Dans le cas des cadres habituels, c'est la pose du garnissage qui est l'opération la plus difficile à mécaniser. De nombreux essais sont en cours en Allemagne pour trouver une solution à ce problème : gunitage des parois renforcé par treillis, fibres métalliques, boulons et même cadres réticulés, pompage de béton derrière des tôles-coffrages des types Salzgitter, Bernold, ...

Pour les galeries où les pressions de terrains sont importantes, des revêtements circulaires par cadres bétonnés ou par éléments préfabriqués en béton conviennent très bien. En particulier, les panneaux en béton armé permettent une mécanisation intégrale de leur pose et du remplissage du vide entre le revêtement et le terrain. Ce soutènement évite le soufflage des galeries et réduit considérablement les pertes de charge, de courants d'air de ventilation.

tegelijkertijd de goedkoopste (10 bouten en één traliewerk per meter galerij). Deze gunstige omstandigheden komen in andere bekkens spijtig genoeg maar al te zelden voor.

In het geval van de gewoonlijk aangewende ramen, stellen zich bij het plaatsen van de bekledingsoperatie de moeilijkste problemen om over te gaan tot een doorgedreven mechanisatie. In Duitsland worden talrijke proeven gedaan om aan dit probleem een oplossing te geven : gunniteren van wanden, welke met een traliewerk versterkt werden, metaalvezels, bouten en zelfs ramen met kruisdraden, pompen van beton achter kappenbekistingen van het type Salzgitter, Bernold, ...

Voor de galerijen waar een niet te verwaarlozen gesteentedruk heerst, worden goede resultaten behaald met cirkelvormige bekledingen met gebetonneerde ramen of met prefabelementen in beton. Panelen in gewapend beton laten in het bijzonder toe over te gaan tot een integrale mechanisatie van hun plaatsing en van hun opvulling van de lege ruimte tussen de bekleding en het gesteente. Deze ondersteuning voorkomt het zwellen van de galerijen en herleidt het drukverlies aanzienlijk, alsook de luchtstromen van de ventilatie.

Bibliographie

Jahrbuch für Bergbau, Energie, Mineralöl und Chemie. Annuaire des mines, de l'énergie, du pétrole et de la chimie 1974. **Verlag Glückauf,** Essen, 1974, 1263 pages. Nombreux tableaux et cartes. 40 DM.

L'énergie et les matières premières constituent aujourd'hui le thème n° 1 de l'économie mondiale et chacun est de nos jours bien conscient de l'importance de l'approvisionnement énergétique. La hausse mondiale des prix doit inciter à la réflexion et à l'économie. Dans cette optique, cet annuaire apporte une aide indispensable : il s'agit en effet d'une mise à jour authentique et sans lacune des connaissances relatives aux grands secteurs énergétiques (charbon, huiles minérales, électricité et gaz) et à l'économie des matières premières minérales.

Outre l'énumération des organisations et entreprises internationales importantes, les auteurs font ressortir les aspects nouveaux d'une politique économique européenne concernant l'énergie et les matières premières. Ces aspects se manifestent principalement par les travaux de mise à découvert des gisements pétroliers offshore en Mer du Nord, par un approvisionnement européen en gaz naturel et une interconnexion internationale des réseaux électriques.

L'annuaire conserve évidemment ses indications précieuses sur les secteurs suivants: exploitation charbonnière dans la communauté européenne, exploitation de minières, de potasse, de pierres et de terres en R.F.A., l'industrie pétrolière en R.F.A., aux Pays-Bas, en Belgique et dans l'Est de la France, avec les réseaux de canalisations et les raffineries, la pétrochimie, le commerce des combustibles et les transports par voie fluviale, les organisations économiques, représentations patronales et professionnelles, les instituts de recherche, l'industrie de la construction mécanique et les fournisseurs de l'industrie minière, etc.

ANNALES DES MINES DE FRANCE

Décembre 1974

Les économies d'énergie.

Avant-propos, par J. Blancard, Délégué général à l'Energie.

Les données du problème, par J. Syrota.

Secteur industriel :

Perspectives générales, par Y. Martin.

Les économies d'énergie dans l'industrie du ciment, par R. Peltier.

Les économies d'énergie dans la sidérurgie, par A. Caillol.

Les économies d'énergie dans l'industrie du verre, par E. Lhullier.

Secteur du chauffage :

Des économies de combustibles et d'énergie dans le secteur résidentiel et tertiaire, par M. Bertrand.

L'isolation thermique des logements : un rapport du C.C.U.E.

Secteur des transports :

Le transport aérien devant la crise de l'énergie, par F. Brezes.

Economies d'énergie et transport maritime, par Y. Rocquemont.

La consommation d'énergie dans les transports terrestres, par G. Doblat.

La consommation énergétique des véhicules routiers, influence des paramètres de construction et d'utilisation, par E. Chapoux.

Véhicules automobiles et futur énergétique : Evolution ou mutations ?, par J.F. Quilici.

Janvier 1975

Matières premières minérales et relations internationales, par P. Bourrelier, F. Callot, R. Diethrich et J.P. Hugon.

La crise actuelle : mythe ou réalité.

L'interdépendance des pays du monde.

Les mécanismes des prix et leurs conséquences.

Les préoccupations des producteurs : entreprises et gouvernements.

Les préoccupations des consommateurs.

Réflexions sur un ordre international viable.

REVUE DE LA LITTERATURE TECHNIQUE

Sélection des fiches d'INIEX

INIEX publie régulièrement des fiches de documentation classées, relatives à l'industrie charbonnière et qui sont adressées notamment aux charbonnages belges. Une sélection de ces fiches paraît dans chaque livraison des Annales des Mines de Belgique.

Cette double parution répond à deux objectifs distincts :

a) *Constituer une documentation de fiches classées par objet,* à consulter uniquement lors d'une recherche déterminée. Il importe que les fiches proprement dites ne circulent pas ; elles risqueraient de s'égarer, de se souiller et de n'être plus disponibles en cas de besoin. Il convient de les conserver dans un meuble ad hoc et de ne pas les diffuser.

b) *Apporter régulièrement des informations groupées par objet,* donnant des vues sur toutes les nouveautés

C'est à cet objectif que répond la sélection publiée dans chaque livraison.

A. GEOLOGIE — GISEMENTS PROSPECTION - SONDAGES

IND. **A 34** Fiche n. **62.005**

P. MASSON. L'exploration du pétrole en Mer du Nord, dix ans après — **Revue Générale du Gaz,** 1973, n. 7-8, p. 133/146, 12 fig., 3 tabl.

Après avoir tracé l'historique des travaux systématiques d'exploration du plateau continental de la Mer du Nord, entre 1959 et 1972, l'auteur donne un aperçu géologique du bassin dont la surface approche les 550.000 km2 et note que les travaux sismiques ont mis en évidence deux bassins importants séparés par une dorsale transversale au niveau de l'Ecosse et du Danemark. Les investissements en matière d'exploration (prospections sismiques et forages) ont été très importants : environ 8 milliards de FB pour les profils sismiques et 25 milliards de FB pour les sondages. Les résultats sont largement commentés et on s'attarde spécialement sur les champs d'Ekofisk, de Forties et de Brent. Les coûts d'investissements sont évalués à 2000-2500 dollars par baril par jour produit. Dans le contexte énergétique mondial, le potentiel pétrolier de la Mer du Nord le plus plausible compterait 6 milliards de t de pétrole et 3200 milliards de m3 de gaz, soit environ 5 à 6 % des réserves mondiales. Dans l'évaluation la plus optimiste, la production de la Mer du Nord pourrait assurer 20 % de la consommation européenne et ainsi assurer un certain sursis en matière d'énergie tirée des combustibles fossiles.

IND. **A 352** Fiche n. **61.988**
P.J.E. WOODS. Potash exploration in Yorkshire : Boulby mine pilot borehole. *Recherche de potasse dans le Yorkshire : le trou de sonde pilote de la mine Boulby.* — **Transactions of the Institution of Mining and Metallurgy,** 1973, août, n. 801, p. B 99/B 106, 2 fig., 3 tabl.

La présence de sels de potasse au Yorkshire a été mise en évidence en 1939 pour la première fois : les travaux de prospection ont continué de façon intermittente jusqu'en 1969, mais, en raison de la profondeur des dépôts, on n'a tenté aucun essai d'exploitation. Des forages ont été effectués par 3 compagnies différentes entre 1962 et 1968, forages qui ont débouché sur l'autorisation délivrée à 3 projets (2 pour mines conventionnelles, une pour exploitation par dissolution). Seule la firme Cleveland Potash a dépassé le stade de projet et a entamé la création d'une mine classique à Old Boulby près de Sraithes. Avant le début des travaux de fonçage de puits, on a foré un trou pilote à l'aplomb d'un des 2 puits futurs en vue de déterminer les caractéristiques des terrains de couverture et les facteurs d'hydrologie. On décrit et on discute brièvement les techniques utilisées. Lithologie et stratigraphie sont exposées par voie graphique en insistant sur les stampes offrant un intérêt spécial. On a découvert des évaporites dans toutes les formations sous le Rhaetique mais, seules, celles du permien sont intéressantes sur le plan économique jusqu'à présent.
Biblio. : 28 réf.

IND. **A 39** Fiche n. **61.973**
H. WEHRSIG. Der marine Bergbau - ein neuer Zweig der Bergbautechnik. *Les gîtes marins : une nouvelle branche de la technique minière.* — **Neue Bergbautechnik,** 1973, août, p. 564/567, 1 fig., 3 t.

Les exploitations minières " marines " constituent une branche nouvelle, viable et dont le développement est à peine amorcé. L'auteur passe d'abord en revue les différents facteurs qui conditionnent la conception et le choix des engins d'abattage (dans le cas d'exploitation terrestre et marine) et il énonce les raisons qui peuvent pousser à développer une exploitation minière marine dans le monde. Il fait ensuite l'historique du développement des engins d'exploitation et de l'état actuel de la mine " marine " vis-à-vis de la mine " terrestre ". L'avenir de cette nouvelle technique est conditionné par la diminution du nombre de gisements terrestres, la découverte de nouveaux gisements marins intéressants et l'évolution des principes techniques (par exemple, nouvelles combinaisons des principes déjà connus pour l'abattage, le transport et la préparation).
Biblio. : 15 réf.

B. ACCES AU GISEMENT — METHODE D'EXPLOITATION

IND. **B 10** Fiche n. **62.812**
T. LENZ et W. KNICKMEYER. Die Schachtbautechnik im bundesdeutschen Steinkohlenbergbau. *La technique du fonçage des puits dans l'industrie charbonnière de la RFA.* — **Glückauf,** 1974, n. 10, p. 367/369, 3 fig.

Dans le cadre des procédés traditionnels de fonçage de puits, on a effectué au cours des deux dernières décennies des progrès techniques considérables et les efforts de rationalisation ont porté leurs fruits. C'est ainsi que, pour la construction des installations de surface, on a pu réaliser des économies substantielles en adoptant le principe " meccano " et la construction préfabriquée, ainsi qu'en renonçant aux fondations pour compresseurs et autres installations. Le travail de pelletage au mur a été nettement facilité par l'emploi de grappins de nouvelles conceptions. L'utilisation d'appareils de forage à bras multiples a permis de réduire de 60 % la main-d'oeuvre nécessaire à cette opération. Les améliorations apportées au forage des trous de congélation, à la construction des installations frigorifiques, ainsi qu'aux techniques de mesure de contrôle, ont permis d'utiliser le procédé de creusement avec congélation jusqu'à 1000 m de profondeur. La mécanisation de la technique du creusement des puits paraît possible désormais. Il existe une machine qui pratique le forage complet des puits, telle une machine de traçage à pleine coupe. Les débris du forage sont renvoyés au jour par voie hydraulique. En URSS, ce procédé a permis le creusement de 3 puits de 6,5 m de diamètre et dont les profondeurs varient de 250 à 670 m. Le soutènement des puits a également connu une évolution notable au cours des 15 dernières années. Dans les roches aquifères, on est passé du " tubbing " au soutènement mixte acier/béton : ce soutènement est séparé de la roche en place par un joint glissant en asphalte. Dans les roches stables, on utilise maintenant dans la plupart des cas un soutènement constitué de panneaux de béton préformés ou encore de cylindres de béton de 3 à 4 m de longueur fabriqués sur place.
Biblio. : 6 réf.

IND. **B 23** Fiche n. **62.814**

H. SIEBERT et H.J. GROSSEKEMPE. Das Grosslochbohren in Gestein. *La foration de gros trous au rocher.* — **Glückauf,** 1974, n. 10, p. 382/390, 8 fig., 7 tabl.

Avec la technique traditionnelle du forage " orienté " et la réalisation d'un trou de sonde pilote creusé de bas en haut, on parvient actuellement à forer des trous de sonde de 200 m de longueur dont la déviation est inférieure à 1 %. Pour le forage d'élargissement jusqu'à 1,2 m ou 2,4 m de diamètre, on dispose de 2 procédés bien au point. Le premier, dit " raise boring ", effectue ce travail de bas en haut en utilisant des taillants à molettes montés sur une perforatrice pour trous de grand diamètre. En 1967/1968, on a foré pour la première fois des burquins de 3 m de diamètre avec une installation à table pivotante de la firme Salzgitter. L'année suivante, avec le même procédé, on arrivait à forer des trous de 4,8 m de diamètre sur une longueur de 140 m. Cependant ce procédé présente quelques points faibles qui font douter de son avenir à long terme. A noter qu'il exige — comme les 2 autres procédés de creusement mécanisé des puits — la réalisation d'un avant-trou pilote de 1 m de diamètre pour l'évacuation des débris de forage. La machine de creusement de puits Wirth travaille comme une machine de traçage en galerie. On a obtenu des vitesses d'avancement de 15 m/jour en moyenne avec cet engin, et ce, dans le cas de roches dures. Compte tenu des frais de transport et de montage, la longueur minimale du puits à forer doit atteindre 200 m. La machine d'élargissement de trou de sonde " Turmag " présente un mode d'entraînement différent des taillants à molettes. De ce fait, on parvient à forer un burquin de 4,40 m de diamètre avec une puissance installée assez faible (35 kW). Compte tenu du fait qu'actuellement la moitié des burquins à creuser n'ont pas de recoupage inférieur, tout au moins en début de creusement, il semble que les efforts de recherche doivent être centrés sur une machine à creuser les burquins ne nécessitant pas l'exécution d'un avant-trou.

Biblio. : 33 réf.

IND. **B 30** Fiche n. **62.811**

H. MENDE. Stand und Entwicklung der Vortriebstechnik. *Etat et évolution des techniques de creusement.* — **Glückauf,** 1974, n. 10, p. 364/366, 3 fig.

Au cours des 5 dernières années, on a posé des jalons très prometteurs en vue d'une mécanisation complète des opérations de traçage. A cet égard, on ne peut manquer de citer : les machines de creusement pour burquins — les machines de traçage à tête percuteuse pour les voies de chantier accompagnant la taille. Parallèlement au creusement mécanisé, le traçage à l'explosif conservera également toute son importance. On ne peut donc pas perdre de vue les perfectionnements à y apporter. La commission " Traçages " du Steinkohlenbergbauverein s'attellera, en priorité, à l'avenir aux problèmes suivants : mise en service, pour le creusement de voies de chantier accompagnant la taille, de machines de traçage à tête percuteuse (type brise-roche) — mécanisation des travaux de soutènement dans les traçages en roche et en couche ainsi que dans les voies de chantier accompagnant la taille — pose du soutènement pendant l'opération de creusement.

IND. **B 30** Fiche n. **62.813**

B. WERSCH. Das Auffahren von Strecken mit Bohr- und Sprengarbeit. *Le creusement des galeries à l'explosif (forage et tir).* — **Glückauf,** 1974, n. 10, p. 370/382, 13 fig., 12 tabl.

Dans un article très documenté, l'auteur aborde successivement les opérations nécessitées par le traçage d'une galerie à l'explosif : 1) le forage des fourneaux, 2) le tir, 3) le chargement des déblais, 4) le soutènement. 1) *Forage des fourneaux :* on étudie d'abord l'outil de forage (marteaux, fleurets, supports) en insistant sur l'évolution technique, puis les appareils de forage sur affûts avec les différents éléments porteurs d'affûts (châssis chenillé, plates-formes, nacelles, dispositifs à progression mécanique). Dans environ 30 % des galeries horizontales creusées au rocher, le forage est entièrement mécanisé. Dans les voies en couches, cette mécanisation est jusqu'à présent insignifiante. 2) *Tir :* l'amélioration du procédé de tir et son accélération sont des mesures qui se situent au premier plan des efforts de rationalisation. L'utilisation de cartouches d'explosif de plus gros diamètre a permis de réduire le nombre de fourneaux par volée. Le tir " profilé " permet d'éviter le creusement d'excavations inutiles. L'utilisation du " slurry " a aussi contribué à l'amélioration de cette opération; en effet, le meilleur remplissage des fourneaux accroît l'effet utile du tir.

3) *Chargement :* les chargeuses à déversement latéral ont la vedette car elles peuvent simultanément servir d'auxiliaire pour le soutènement. L'" Hydrolader " (chargeuse électrohydraulique à déversement latéral) s'impose sur murs sensibles. Les scrapers de chargement maintiennent

leur position. 4) *Soutènement :* cette opération absorbe 44 % du temps dans les traçages peu mécanisés et 52 % dans les traçages fortement mécanisés. Le rétablissement de la portance propre de la roche est indispensable à la conservation de la section initiale. On cherche donc à multiplier la résistance spécifique du soutènement en créant une liaison entre le soutènement métallique et la roche en place. L'ancrage ou l'enduisage de béton projeté immédiatement après le tir n'ont pas d'autre but. On a réussi à accélérer le travail de soutènement en le décomposant, dans le temps et l'espace, en opérations partielles, effectuées les unes à front et les autres à quelque distance en arrière. A titre d'exemples, on décrit des appareils et installations permettant la mise en place de soutènement par cintres monté au préalable ainsi que le remplissage des vides à l'extrados du soutènement.

Biblio. : 34 réf.

IND. **B31** Fiche n. **62.002**

A. VAILLANT. Pose de canalisations de gros diamètre en site urbain par fonçage souterrain horizontal. — **Travaux Souterrains,** 1973, juillet-août, p. 2/8, 8 fig.

Le principe du fonçage horizontal est le suivant : on creuse un puits au fond duquel on implante une chambre de poussée permettant d'effectuer le fonçage horizontal aval et amont d'une conduite éternit : le premier élément de conduite à mettre en place est muni d'une trousse avant; la propulsion en sol se réalise par l'intermédiaire d'un équipement hydraulique comprenant des vérins d'une puissance totale de 200 à 1000 t. La trousse avant est constituée par un sabot en acier télescopique adapté sur le premier tube, lequel est équipé de vérins. L'article décrit l'application de ce procédé à des travaux de pose d'égouts à Saint-Etienne; il passe en revue la fouille de départ, le creusement du tronçon amont (280 m) et la trousse avant. La technique offre des avantages classiques du forage horizontal soit : tubage effectué à l'avancement et pas de gêne ni d'interruption de trafic. Elle apporte une solution à la pose de gros collecteurs profonds en villes puisqu'elle permet d'éviter l'ouverture de tranchées et les problèmes y associés.

IND. **B 31** Fiche n. **62.003**

E. UTUDJIAN. Le tunnel sous la Manche. — **Travaux Souterrains,** 1973, juillet-août, n. 176, p. 19/29, 4 fig.

Le projet de tunnel sous la Manche vient d'être remis aux gouvernements français et britannique, ce qui incite l'auteur à rappeler ses caractéristiques essentielles; coût évalué, longueur totale (49,6 km, dont 37,3 km sous eau), fréquence et durée des voyages, plans de financement. Il montre aussi qu'une partie de l'opinion publique britannique reste opposée à cette réalisation : cependant, la décision finale doit être prise au cours de l'été 1973. Il passe enfin en revue l'évolution des divers projets de tunnel en adoptant successivement l'optique française puis l'optique britannique. La période couverte va de 1750 à 1959. Il formule également la position actuelle de la question et la solution définitive de tunnel ferroviaire finalement adoptée. Le tracé de l'ouvrage est imposé par la géologie : presque rectiligne au départ de France, il s'infléchit et passe à 35 m sous le fond de la mer et remonte en pente douce près de la côte britannique. Il rappelle aussi qu'on prévoit un débit de 4800 véhicules/h dans chaque sens (rames roulant à 140 km/h).

IND. **B 31** Fiche n. **62.807**

M. WOITCHIK. Le métro de Bruxelles. Tronçon du tunnel entre la rue Royale et la place Rogier. Reprises en sous-oeuvre. — **Revue Belge du Transport,** 1974, n. 1, p. 3/13, 7 fig.

La construction des tunnels de métro à Bruxelles a très souvent amené maître de l'ouvrage et entrepreneur à rechercher des solutions diverses et originales, eu égard à la nature du sol et des obstacles à franchir. On donne une description succincte des techniques qui ont été utilisées pour la construction du tronçon compris entre la rue Royale et la place Rogier, particulièrement difficile à réaliser à cause du franchissement en sous-oeuvre d'un tunnel ferroviaire et d'un hôtel important, dont un coin empiète sur le nouvel ouvrage. Le travail en déblai a été effectué par enlèvement du sol entre un grand nombre de pieux de faible diamètre, enfoncés à la profondeur voulue à l'aide de vérins prenant appui par le haut contre les fondations mêmes des ouvrages à franchir.

Résumé de la Revue.

IND. **B 414** Fiche n. **61.969**

X. Rapport de la mission française en URSS en mars 1973. Thème n. 2 ; Couches puissantes en plateure. — **Industrie Minérale. Mines,** 1973, août, n. 3, p. 189/196, 6 fig.

Après les visites faites par les Soviétiques au bassin du Centre-Midi où ils découvrirent le soutirage intégral, ils avaient envisagé de progresser dans la mécanisation en remplaçant le grillage par une couverture continue de chapeaux et de " bananes " jointifs et en mécanisant le chargement du charbon soutiré par un rabot télécom-

mandé. Le but essentiel du voyage de la mission française était de juger du comportement de l'installation de mécanisation intégrale de l'abattage et du soutirage dans une couche en plateure de 6 m de puissance. La mission a visité 2 instituts et 3 mines du bassin de Karaganda. L'impression d'ensemble est que le soutènement est bien étanche et que le soutirage se fait correctement. Mais ceci s'entend pour les conditions des essais, soit couches peu profondes (200-300 m), puissance 5-6 m, couches sans intercalaires et à charbon consistant. Les Soviétiques projettent d'étendre la méthode à des veines de conditions différentes. On peut penser que le soutirage par rabot est réalisable dans certaines couches du Centre-Midi; mais les conditions étant plus sévères, un soutènement marchant à bouclier continu serait plus judicieux que le M 81 V pour le soutirage mécanisé.

Résumé de la Revue.

IND. **B 426** Fiche n. **62.011**

C.F. HEWS. Trackless mining at the International Nickel Company of Canada, Limited. *Exploitation minière " trackless " (sans voies ferrées) à la " International Nickel Company of Canada ".* — **Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy,** Vol. 74, n. 1, 1973, août, p. 1/10, 10 fig., 3 tabl.

L'auteur donne un compte rendu de l'évolution et des avantages de l'équipement trackless dans les opérations souterraines de l'" International Nickels' Ontario Division " en insistant spécialement sur l'exploitation par recoupes successives avec toutes les possibilités offertes par les diverses machines de forage, sur l'exploitation par sous-niveaux foudroyés, pris en rabattant. Il aborde également l'important problème de l'entretien de l'équipement Diesel, de l'aérage de la mine, du contrôle de l'empoussiérage et de l'entraînement des machinistes et des mécaniciens. En conclusion, on peut affirmer que l'utilisation réussie des équipements dépend principalement des facteurs suivants : bonne conception des engins et utilisation appropriée – coopération effective avec les fabricants en vue d'améliorer l'équipement – bonne instruction du personnel – entretien correct et contrôle de l'environnement.

IND. **B 426** Fiche n. **62.013**

M.H. KIRCHNER. Trackless mining at Thabazimbi mine. *Exploitation trackless à la mine Thabazimbi.* — **Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy,** 1973, août, n. 1, p. 18/24, 6 fig.

L'auteur évoque divers aspects des méthodes utilisées lors de l'exploitation par piliers pris en rabattant entre sous-étages d'un gisement de minerai large, tabulaire et fortement penté. Des détails sont donnés sur les travaux préparatoires, sur le soutènement assuré par boulons d'ancrage et treillis, sur les opérations de forage et de foudroyage, sur les problèmes d'aérage et de transport du minerai et du matériel dans les travaux du fond.

IND. **B 426** Fiche n. **62.014**

M.S. GROBLER et P.J. CONSTANCON. Trackless mining at Prieska Copper Mines Limited. *Exploitation trackless aux mines de cuivre Prieska.* — **Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy,** 1973, août, n. 1, p. 25/38, 9 fig., 2 tabl.

La décision d'adopter un système d'exploitation trackless à la mine de cuivre Prieska a été fondée sur des considérations financières, sociologiques, politiques et techniques. Après avoir esquissé rapidement les travaux de prospection, l'infrastructure et la géologie du gisement, l'auteur justifie le choix de la méthode d'exploitation adoptée en faisant la critique comparée des 5 méthodes possibles. Il procède pareillement pour le choix des équipements et étudie successivement les treuils de scraper, les chargeuses à pinces de homard, les machines de creusement montées sur rails, les chargeuses non autonomes, les chargeuses autonomes à chenilles ou à roues. L'option vers les équipements Diesel a largement influencé la découpe et l'ossature de la mine qui est traitée en détail de même que les particularités de l'abattage. Dans le cadre des performances des équipements mécaniques, l'auteur traite longuement des unités L-H-D; il en analyse le taux d'utilisation et les dépenses de fonctionnement pour divers postes (combustible, pneus, pièces de rechange, main-d'oeuvre etc.).

IND. **B 53** Fiche n. **61.019**

M. YERNAUX. L'équipement des carrières et les installations de traitement des granulats. 7. L'engineering d'une installation. — **Chantiers de France,** 1973, n. 63, p. 73/80, 12 fig.

L'auteur définit l'engineering comme un ensemble d'opérations comprenant la conception et l'élaboration des projets, la coordination et la direction des travaux préalables ou concomitants à la réalisation d'un ouvrage. Il énonce les différentes formules qui sont proposées au maître d'oeuvre et examine successivement les bureaux d'études intégrés, les bureaux d'études indépendants et les bureaux d'études du maître d'oeuvre. Passant en revue les tendances qui s'affirment actuellement dans le domaine des aménagements des carrières et des sablières, il termine en affirmant la nécessité absolue de la meilleure connaissance possible du gisement lorsqu'on entre-

prend une étude d'installation. En annexe, on trouve 2 notices relatives aux firmes Babittless et Technifrance, sociétés d'engineering françaises.

IND. **B 53** Fiche n. **62.821**

A. BAHR et H. MATHIAK. Die Aufbereitung von Sanden und Kiesen. Eine Uebersicht. *La préparation des sables et des graviers. Une vue d'ensemble.* — **Erzmetall,** 1974, mai, p. 211/219, 12 fig., 3 tabl.

Les auteurs donnent d'abord un bref aperçu des gisements de sables et de graviers et de leur composition minéralogique. Après avoir énoncé les exigences des acheteurs de ces produits, exigences variables en fonction de la destination (industrie de la construction, industrie verrière, fonderies, sables de filtration), on mentionne brièvement les techniques d'extraction. La plus grande partie de la communication est consacrée à l'exposé des techniques de préparation : broyage, classement, séchage, triage des gros grains et des grains fins. Une discussion fait suite à l'exposé.

Biblio. : 27 réf.

IND. **B 61** Fiche n. **62.837**

J. STUFFKEN et F.J. WETZELS. De problematiek van de ondergrondse vergassing van steenkolen. *Les problèmes de la gazéification souterraine du charbon.* — **De Ingenieur,** 1974, 30 mai, p. 425/428.

L'étude comporte 3 grands chapitres. Dans le premier, les auteurs étudient les aspects techniques du processus de gazéification souterraine : les méthodes, l'histoire de la gazéification, les conditions nécessaires à une gestion acceptable du processus. Ils abordent également la discussion de quelques problèmes fondamentaux : la maîtrise de la combustion, la maîtrise des roches de toit, les connexions entre trous de sondage, la maîtrise des fuites, la maîtrise des venues d'eau ainsi que les conditions géologiques. Les 2 derniers chapitres s'intéressent à l'influence de la gazéification souterraine du charbon sur le milieu environnant ainsi qu'aux aspects économiques de la gazéification. En conclusion, il semble que la gazéification souterraine du charbon soit techniquement réalisable jusqu'à un certain point, le prix de revient du gaz produit dépend fortement des circonstances locales. Par ailleurs, la gazéification du charbon in situ dans les conditions de l'Europe occidentale apparaît, pour des raisons techniques, économiques et d'environnement, non rentable dans la plupart des cas. A titre indicatif, on donne le prix de revient du gaz produit dans les conditions optimales : 120 florins par Gigacalorie, ou encore 1 florin par m3 (8400 kcal).

C. ABATTAGE ET CHARGEMENT

IND. **C 2210** Fiche n. **61.981**

S. HERRMANN. Das Sprenglochbohren beim Flozstreckenvortrieb mit Doppelschrapplader und Lafettenbohrwagen. *La foration de trous de mine lors du creusement de voies en charbon à l'aide d'un scraper double et d'un chariot de forage à glissières.* — **Glückauf,** 1973, n. 19, p. 944/947, 2 fig., 2 tabl.

En rapport avec l'essai d'un scraper double et d'un chariot de forage à glissière, on a entrepris une série d'essais de forage assez complète avec divers appareils, tiges et tête de forage; les résultats peuvent se résumer comme suit : l'économie de temps de forage qu'on peut obtenir en utilisant 2 foreuses à glissières au lieu de 4 marteaux perforateurs sur affûts n'est réelle que si l'on emploie des marteaux perforateurs puissants de la classe 70 kp. Dans le cas des appareils de forage roto-percutants, les possibilités de développement les plus intéressantes dans les voies en couche se présentent lorsqu'on utilise des têtes de forage avec taillants à bâtonnets et il faut les exploiter. L'équipement le plus économique — spécialement dans le domaine des tiges et des têtes de forage — doit encore être déterminé sur la base d'essais ultérieurs. Si l'on veut atteindre des vitesses optimales de forage, il est indispensable de disposer d'un surpresseur.

IND. **C 4215** Fiche n. **62.800**

X. Nucleonic steering for shearers. *Guidage des abatteuses-chargeuses par isotopes nucléaires.* — **Mechanisation Bulletin for Management,** 1974, 13 mars, p. 12/13, 1 fig.

L'auteur énumère les limites actuelles d'application de cette technique : couches dont la puissance dépasse 1,06 m, abatteuses à tambour fixe unidirectionnel, toit assez nettement séparé de la couche, existence de niches d'extrémité de taille. Sept installations de détection du niveau de coupe sont actuellement en service au fond; 4 cas d'application particulièrement encourageants sont mentionnés : à la mine Dawdon (South Durham), à la mine Agecroft (North Western), à la mine Ellistown (South Midlands) et à la mine Chatterley (Staffordshire). On envisage l'extension rapide du système à 15 nouveaux engins d'abattage.

IND. **C 4226** Fiche n. **61.982**

K. BECKER. Guteanforderungen an hochfesten Rundstahlketten für den Bergbau. *Critères imposés à la qualité des chaînes en acier rond de haute résistance destinées à l'industrie minière.* — **Glückauf,** 1973, n. 19, p. 948/953, 10 fig.

Au cours des dernières années on a enregistré une nette augmentation de la qualité des chaînes en acier rond utilisées dans la mine. Simultanément, les plaintes relatives aux ruptures de chaînes ont sensiblement régressé. Ceci est à attribuer à l'utilisation d'alliages spéciaux et à l'amélioration du traitement thermique et du processus de soudage. En accordant une attention soutenue à l'essai de flexion par choc sur barreau entaillé, ainsi qu'à l'essai de flexion pure, on a pu élucider les relations entre la résistance et la ténacité du matériau, ce qui a finalement entraîné des valeurs optimales pour la fabrication de chaînes à haute résistance. La détection magnétique des fissures se révèle comme un moyen préventif excellent en vue surtout d'éviter les ruptures prématurées par fatigue. Des études entreprises sur des bancs d'essais spécialement aménagés ont permis d'analyser le comportement normal des chaînes en simulant des conditions voisines de la pratique. On a aussi pu analyser les effets conjugués " chaîne-roue à empreintes " dus à la tension initiale et à la superposition de sollicitations variables dans le brin de chaîne en circulation. En étudiant de façon détaillée les cas d'avaries et en analysant leurs causes, on a pu tirer des conclusions importantes pour le fonctionnement des chaînes de rabot et de convoyeur.

Biblio. : 3 réf.

IND. **C 4232** Fiche n. **62.816**

H.W. HOVELHAUS et V. MERTENS. Das Grosslochbohren in der Kohle. *La foration de gros trous au charbon.* — **Glückauf,** 1974, n. 10, p. 396/400, 6 fig.

La foration de gros trous au charbon est une technique utilisée par priorité dans les gisements très pentés et dans les dressants et exceptionnellement également en plateures. Dans le cas de forations individuelles sur des longueurs supérieures à 100 m, plusieurs têtes de forage en couche d'un diamètre variant entre 306 et 900 mm ont fait leurs preuves. Avec une machine guidée de creusement de montages, on parvient à réaliser un trou de sonde rectangulaire de 1,10 m de largeur. Les déviations du sondage, en direction, présentent des valeurs très variables. Dans le cas des forages d'exploitation en couches très pentées ou en dressants, on a exécuté d'importants travaux préalables avec du matériel de forage à une ou à plusieurs têtes d'attaque. Compte tenu de ces expériences, on a construit une nouvelle installation de forage pour l'exploitation. En plateures, on a réalisé de nombreux trous de forage avec des perforatrices d'abattage américaines. Les essais de forage à grandes profondeurs n'ont montré aucun avantage économique vis-à-vis des exploitations modernes par longue taille. Dans le cas des forages d'essai et des sondages de détente destinés à la lutte contre les coups de terrains, on a utilisé avec succès de petites machines de foration à l'amélioration desquelles on continue de travailler.

Biblio. : 12 réf.

IND. **C 44** Fiche n. **62.791**

A. PRUVOST. Marinage dans le creusement des tunnels (wagon-navette Hagglunds). — **Tunnels et Ouvrages Souterrains,** 1974, n. 3, p. 146/149, 4 fig., 2 tabl.

Utilisés séparément ou groupés en train-navette, les wagons Hagglunds apportent une solution de marinage économique pour le creusement des tunnels par la méthode conventionnelle (foration + tir) ou par tunneliers. On donne d'abord des détails sur la conception des wagons (caisse, convoyeur à raclettes garnissant le fond, boggies, freins, barres d'attelage) puis des détails sur les dimensions et les caractéristiques des wagons type " B " et type " C ". Des exemples chiffrés sont fournis dans le cas du creusement conventionnel et du creusement au tunnelier. Les principaux avantages du système wagon-navette Hagglunds sont : 1) le chargement direct (plus de double voie, d'aiguillages, de dispositifs d'échange de wagon etc.); 2) le déchargement indépendant; 3) le minimum de main-d'oeuvre; 4) le grand éventail d'utilisation (en galeries de sections réduites à partir de 4 m2).

IND. **C 44** Fiche n. **62.815**

H. SOMMER, H.J. GROSSEKEMPER et Coll. Das maschinelle Auffahren von Gesteinsstrecken. *Le creusement mécanisé des galeries au rocher.* — **Glückauf,** 1974, n. 10, p. 390/396, 5 fig., 6 tabl.

Dans les charbonnages allemands, on a enregistré jusqu'à la fin de 1973, la mise en service de 4 machines de creusement à pleine coupe qui ont réalisé globalement le traçage de 10 km environ de galeries au rocher. Les projets exécutés jusqu'à présent visaient à résoudre une multitude de problèmes spécifiquement miniers. On peut noter parmi les postes les plus importants ayant fait l'objet de développements : le transport et le montage de la machine, la ventilation, la climatisation et le dépoussiérage ainsi que le creusement dans des terrains friables. Les centres d'intérêt pour les futurs développements se situeront dans les problèmes de reconnaissance préalable des panneaux, de prédurcissement et de consolidation, ainsi que dans l'amélioration des techniques de désagrégation des roches et dans la diminution

du poids des services de l'installation de traçage. Lors de la découpe de nouveaux étages ou de panneaux voisins, il faut prendre en considération les avantages du traçage mécanisé, étudier les problèmes de découpe en fonction des machines existantes. En apportant une solution aux problèmes qui restent en suspens, on parviendra à rentabiliser le creusement mécanisé pour des projets bien déterminés, ce qui, compte tenu de l'état des besoins en galeries au rocher, permettra un fonctionnement continu de 3 à 4 installations de traçage mécanisé.

Biblio. : 30 réf.

IND. **C 44** Fiche n. **62.817**

K.R.HAARMANN et V. MERTENS. Das maschinelle Auffahren von Flözstrecken. *Le creusement mécanisé des voies en veine.* — **Glückauf,** 1974, n. 10, p. 400/406, 5 fig., 4 tabl.

Dans les travaux miniers, le creusement des voies de chantier constitue un problème clef dans l'ensemble des mesures de rationalisation étudiées. Depuis déjà une vingtaine d'années, on a entamé des essais en vue de mécaniser ce creusement à l'aide de machines de traçage en voies. On a utilisé à cet effet les machines à attaque partielle de types différents qui ont donné de bons résultats. Le nombre des " mineurs continus " et des machines à front court utilisés au cours des dernières années est resté réduit car leur domaine d'emploi est faible. Au contraire, on trouve de plus en plus fréquemment des machines de traçage à bras télescopiques. Après différents travaux de mise au point, on peut dire que les machines PSV, AM 50, EVR 120 et VS 2 ES ont donné, en partie, de bons résultats dans les mines de charbon d'Allemagne. Les meilleures vitesses moyennes d'avancement étaient de 12 à 21 m/jour. Les longueurs maximales de creusement journalier ont atteint 30 m. On a obtenu des rendements d'avancement à front de l'ordre de 1,2 m/Hp, dans des voies en couche d'une section à terre nue pouvant atteindre 20 m2. En vue d'améliorer les résultats actuels, on a réétudié ces machines et on a pris des mesures destinées à augmenter leur durée de fonctionnement. Le creusement mécanisé de galeries en couche, qui dépend des travaux d'abattage, présente d'autres exigences. On a poursuivi des essais préliminaires avec des machines de traçage à tête percutante, aussi bien en voies creusées en avant des fronts qu'en voies creusées à l'arrière de ceux-ci. On note que la synchronisation parfaite des services annexes présente énormément d'importance (par exemple, les engins de transport, le matériel de dépoussiérage, la réserve de canars etc.) si l'on veut ne pas freiner le travail de creusement. De même, en apportant des améliorations aux opérations de soutènement, on peut contribuer à l'augmentation de la vitesse de traçage. Pour l'avenir, on s'attend à une extension du creusement mécanisé des voies en couches.

Biblio. : 17 réf.

D. PRESSIONS ET MOUVEMENTS DE TERRAINS. SOUTENEMENT

IND. **D 59** Fiche n. **62.774**

M.J. BLADES et G. DAWS. Anhydride packing in the Ruhr coalfield. *Remblayage à l'anhydrite dans le bassin charbonnier de la Ruhr.* — **Colliery Guardian,** 1974, avril, p. 118/121, 5 fig.

L'anhydrite est largement utilisée en RFA pour le soutènement des bordures de voies. L'anhydrite ($CaSO_4$) existe sous 2 formes : naturelle et synthétique et leur principale différence se situe sur le plan granulométrique. C'est l'eau qui provoque la prise de l'anhydrite et la durée de prise est réduite par l'utilisation d'accélérateurs (sulfates de fer et de potassium). Ces sels sont utilisés à raison de 1 % en poids de l'anhydrite remblayée. L'auteur évoque les diverses techniques de mise en place de ce matériau. Transport pneumatique et système Alstaden. Il décrit également une installation de remblayage à l'anhydrite naturelle à la mine Polsum. Après avoir étudié brièvement la qualité des " épis " ainsi constitués, il examine les possibilités d'application dans l'optique des conditions d'exploitation en Grande-Bretagne. Il note enfin que, sur le plan du prix de revient, ce système se révèle plus économique si on le compare à quelques autres possibilités de réaliser des damiers de remblai; de toute facon, l'économie vis-à-vis des dépenses entraînées pour d'autres systèmes, en particulier les piles de bois, est certaine et elle ne fera que s'amplifier à l'avenir.

IND. **D 710** Fiche n. **62.827**

X. Field testing of resin anchored rock bolts. *Essais au chantier de boulons d'ancrage à la résine.* — **Colliery Guardian,** 1974, mai, p. 146/151, 14 fig., 2 tabl.

Compte rendu d'essais de boulons d'ancrage à la résine dans divers types de roche : calcaire, schiste, gypse et anhydrite. On utilisait des boulons d'ancrage nervurés type EN 8. La reproductibilité des valeurs de résistance de l'ancrage est très variable, surtout lorsque la longueur de boulon enduite de résine est faible. Il existe une rela-

tion linéaire entre la longueur " liée " et la résistance de l'ancrage pour chaque type de roche. La différence entre la roche la plus dure et la roche la plus tendre n'atteignait que 0,07 cm par KN de résistance, ce qui indique que des facteurs autres que la résistance de la roche influent sur la valeur de l'ancrage. Les essais sur blocs de béton démontrent l'effet négatif d'une surface de trou exceptionnellement lisse sur la capacité d'ancrage. On a par ailleurs étudié le comportement des boulons sous l'influence des vibrations dues aux tirs de mines. On note que les boulons testés perdent une partie de leur tension lors des premiers tirs qui suivent la mise en place du boulon; par après, la tension du boulon reste à peu près constante; on a remarqué également qu'en augmentant la longueur enduite de résine, on réduisait les pertes de tension (surtout dans le cas du gypse).

Biblio. : 7 réf.

E. TRANSPORTS SOUTERRAINS

IND. **E 53** Fiche n. **61.992**

X. VHF radio comes to need. *La radio par très haute fréquence commence à être utilisée dans la mine.* — **Colliery Guardian,** 1973, septembre, p. 342/344, 2 fig.

Depuis plus de 6 ans, le NCB a entamé l'étude du problème des communications radio dans la mine et il a mis au point un système qui utilise des émetteurs-récepteurs du type " walkie talkie " normaux, à très haute fréquence, employés en conjonction avec une technique spéciale de guidage des signaux. Ce système est plus avantageux que les méthodes par inductions à basse fréquence. L'auteur décrit brièvement le système 986 NCB et cite divers cas d'application. Le système fait appel à des stations de base couvrant chacune un rayon de 2 km. Les voies sont équipées de câbles coaxiaux créés par le NCB en collaboration avec BICC. On utilise les fréquences de 72 et 86 MHz. Les études se poursuivent de façon à augmenter le rendement des appareils et leur domaine d'emploi.

Biblio. : 5 réf.

IND. **E 6** Fiche n. **62.012**

L. HERMANSSON. Trackless mining at Lkab, Sweden. *Exploitation trackless dans les mines Lkab en Suède.* — **Journal of the South African Institute of Mining and Metallurgy,** Vol. 74, n. 1, 1973, août, p. 11/17, 7 fig.

Les moyens conventionnels de transport du personnel et du matériel aux chantiers s'étant révélés inéconomiques et entraînant des pertes de temps, la direction de la Mine Kiérunavaora a décidé de tracer des galeries inclinées qui permettraient à des véhicules à pneus d'accéder à tous les chantiers souterrains. C'est ainsi qu'actuellement le personnel et le matériel peuvent être transportés directement sur chantier et sans " rupture de charge ". On a obtenu une augmentation de 8 à 12 % du rendement fond en utilisant ce nouveau mode de transport. Ces véhicules sur pneus ont été également employés pour les travaux de découverte, pour les opérations de forage et de chargement. En 1958, la direction de la mine Luossavaro a décidé de réduire les frais de transport des roches stériles qui s'effectuait à l'origine par shuttle car, convois sur rails et extraction par cages. Après étude d'autres méthodes, on en vint à rééquiper complètement la mine à l'aide d'un système de transport trackless. Les résultats obtenus indiquent une diminution des frais d'exploitation par t de minerai de l'ordre de 27 %, et une réduction des frais de manutention par t de stériles de l'ordre de 80 %. Ce nouveau système s'est révélé plus souple et le triage du minerai s'est trouvé simplifié par suite de la suppression des mélanges de minerais dans les goulottes et les points de passage.

F. AERAGE, ECLAIRAGE, HYGIENE DU FOND

IND. **F 21** Fiche n. **62.018**

H.S. PRICE, R.C. Mc CULLOCH et Coll. A computer model study of methane migration in coal beds. *Une étude de la migration de méthane dans les couches de charbon sur modèle traité par calculatrice.* — **CIM Bulletin,** 1973, septembre, p. 103/112, 9 fig., 2 tabl.

Le dégagement de grisou à partir de couches de charbon situées à grande profondeur et faisant l'objet d'une exploitation active constitue un problème sérieux auquel l'industrie minière se trouve aujourd'hui confrontée. Il est donc indispensable de détecter la source de méthane et de prévoir son dégagement à partir des couches si l'on veut faire appel à des techniques préventives pour contrôler l'émission de grisou. En général, on trouve de l'eau associée à de nombreuses couches de charbon et ceci impose une étude du système, soit en simple phase (gaz méthane), soit en double phase (méthane + eau). Du fait de la complexité de la géométrie des mines de charbon et des propriétés variables des fluides en fonction de la pression et de la concentration de grisou, les équations différentielles rendant compte de l'écoulement du méthane et de l'eau ne sont pas

justiciables d'une solution analytique; elles doivent être résolues numériquement grâce à des calculatrices très rapides. Ce document montre le développement d'un tel modèle mathématique complexe et indique quelques applications préliminaires du modèle à l'émission de méthane à partir de couches uni- ou bi-dimensionnelles avec ou sans présence d'eau.

Biblio. : 9 réf.

IND. **F 411** Fiche n. **62.806**

A. VAN OETEREN. Stofbestrijding in kolenpijlers door toepassing van de " Teleinspuiting " of van de " Pre-teleinspuiting ". *La lutte contre les poussières dans les tailles par application de la téléinjection ou de la prétéléinjection.* — **Extern,** III, 1974, n. 4, p. 263/278, 6 fig.

On s'efforce constamment d'améliorer les conditions de travail sur le plan de l'hygiène et de la sécurité dans les mines. Le combat contre la poussière est par conséquent une nécessité absolue. Dans les galeries on applique actuellement à cette fin 2 méthodes qui sont très efficaces. La première méthode, c'est-à-dire la téléinjection, consiste à injecter de l'eau, sous une pression d'environ 80 kg/cm2, par un seul sondage foré perpendiculairement au front de taille sur une profondeur d'environ 13 m. Cette méthode est relativement simple et peu coûteuse, mais elle présente quelques désavantages qui ne sont pas à négliger, comme par exemple la possibilité de détériorer les roches, l'humidification de l'air, la dépendance du cycle de travail et un rendement peu efficace. Une deuxième méthode, la prétéléinjection, ne présente pas ces désavantages bien qu'elle ne soit pas encore appliquée d'une façon générale. Pour la prétéléinjection, on fore un trou à partir d'une voie extérieure au panneau qui doit être exploité. Ce trou est foré longtemps avant que la taille ne soit exploitée. Les avantages sont qu'on ne dépend pas du cycle de travail, que l'eau ne pénètre pas dans le toit ou le mur, que le charbon est mieux humidifié et que le prix de revient final peut être maintenu au minimum. Le meilleur résultat dans la lutte contre la poussière peut être obtenu par la combinaison de plusieurs méthodes.

Biblio. : 7 réf.

Résumé de la Revue.

IND. **F 441** Fiche n. **62.805**

G. KNIGHT, T.E. NEWKIRK et Coll. Full shift assessment of respirable dust exposure. *Détermination, sur un poste complet, de l'exposition aux poussières respirables.* — **CIM Bulletin,** 1974, avril, p. 61/72, 14 fig., 5 tabl.

Il n'existe pas de niveau bien défini de la concentration en poussières en dessous duquel on peut affirmer que la présence de poussières est inoffensive. Dans les travaux miniers, on ne peut éviter complètement la production de poussières. Pour guider les efforts dans la lutte contre l'empoussiérage et pour sauvegarder la santé des mineurs, il est indispensable de mesurer les concentrations en poussières et, même dans certains cas, d'en analyser les composants. Un important travail de recherche et d'essai sur chantier a permis de mettre au point des instruments et des méthodes qui évaluent les risques encourus sur le plan de la santé du fait de l'exposition aux poussières. Cette évaluation est plus précise actuellement que dans le passé. On note que l'échantillonneur gravimétrique porté par l'ouvrier est assez efficace et fiable pour recueillir un seul échantillon par poste de travail. A partir de cet échantillon, on peut déterminer la masse totale, la teneur en quartz et autres particules ou éléments (comme par exemple des fumées Diesel). L'auteur traite encore des systèmes de mesures directes de quartz sur filtres par diffraction aux rayons X, des échantillons conimétriques, du type d'échantillonneur gravimétrique le plus maniable et des problèmes soulevés par le maniement des échantillonneurs.

Biblio. : 26 réf.

IND. **F 61** Fiche n. **61.998**

R.S. LEE. New electronic detection system uses sight, sound warning of fire. *Un nouveau dispositif électronique de détection des incendies utilise un avertisseur lumineux et sonore.* — **Coal Age,** 1973, août, p. 71/73, 4 fig.

En avril 1973, on a installé dans la mine n. 5 de la " Omar Mining Company " un prototype d'un dispositif de détection d'incendie conçu par la firme Gammaflux et répondant aux exigences du Bureau of Mines. En principe le système comporte un pupitre de contrôle situé dans les bureaux de la mine, un transmetteur situé à chaque tête motrice de courroie et des capteurs de chaleur disposés à intervalles de 40 m le long des voies desservies par bandes transporteuses. L'alerte est donnée dans 2 circonstances : en cas de rupture d'une ligne de transmission entre un transmetteur et le pupitre et en cas d'augmentation de la température ambiante au voisinage des capteurs. L'auteur décrit le montage électronique de l'appareil et donne des détails sur son entretien ainsi que sur l'installation d'un prototype à la mine Chesterfield n. 5.

G. EPUISEMENT

IND. **G 14** Fiche n. **62.020**

R.R. NELLER, J.D. SANDY et Coll. How Mufulira has been rehabilitated. *Comment on a procédé à la remise en état de la mine Mufulira.* — **World Mining,** 1973, septembre, p. 42/49, 11 fig.

Le 25 septembre 1970, la mine Mufulira était envahie par un flot d'eaux boueuses provenant de bassins de décantation en surface. Il s'agissait d'une importante mine de cuivre qui avait produit en 1969, 7,6 millions de t de minerai titrant 2,49 % de cuivre. Les réserves s'élevaient à 145 millions de t titrant 3,28 % de cuivre. On compte 3 horizons minéralisés à Mufulira : les filons sont en général très pentés et la méthode d'exploitation la plus courante était un abattage par piliers pris en rabattant entre sous-étages. L'article raconte de quelle manière la direction et le personnel de la mine ont travaillé pour sauver la mine menacée et évoque les divers stades suivis pour la ramener à un état de fonctionnement normal avec une production comparable à celle existant avant la catastrophe. On traite successivement des opérations de sauvetage, de pompage d'urgence, des mesures prises pour assurer la sécurité des installations de surface, du dénoyage continu effectué entre décembre 1970 et mai 1971. En mai 1973, la production mensuelle de minerai a passé le cap des 500.000 t et il ne restait plus que quelques problèmes à résoudre, entre autres le dénoyage des travaux sous le niveau de 810 m.

I. PREPARATION ET AGGLOMERATION DES COMBUSTIBLES

IND. **I 340** Fiche n. **61.984**

S. HEINTGES. Die Entwicklung der Schweltrübesortierung von Steinkohlen in der Bundesrepublik Deutschland. *Le développement du classement des charbons par liqueurs denses en RFA.* — **Glückauf,** 1973, n. 19, p. 955/960, 7 fig., 5 tabl.

Au cours des 12 dernières années, en dépit d'une contraction de la production charbonnière, les tonnages de charbon préparés par voie de liqueurs denses ont augmenté puisqu'ils sont passés de 15.400 t/h en 1959 à 17.000 t/h en 1972; durant le même laps de temps, le nombre d'installations de séparation par milieu dense est passé de 187 à 124. L'étude de l'auteur est basée sur les résultats d'une enquête portant sur les installations à liqueur dense en service en été 1972. Il passe en revue les divers procédés utilisés et les débits horaires des installations. Il analyse les divers milieux denses employés, les modes de récupération et les pertes éventuelles. Il souligne enfin l'importance de la consistance de la pulpe sur la précision de séparation d'une installation. La comparaison des données recueillies a permis de découvrir des éléments nouveaux quant à la conception et le mode de fonctionnement des installations de séparation par liqueurs denses.

IND. **I 9** Fiche n. **62.017**

J. KARNER et M. GÄMMERLER. Moderne Kalkstein- und Dolomitaufbereitung. *Une installation moderne de préparation de calcaire et de dolomie.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1973, n. 9, p. 595/600, 14 fig.

L'article concerne le principe de fonctionnement et la conception technique d'une nouvelle installation de préparation de calcaire et de dolomie d'une capacité horaire de 500 t. Dans cette installation sont produites toutes les fractions granulométriques selon la nouvelle norme DIN 66100 ainsi que des mélanges de granulométries pour les besoins de la construction routière et les travaux de bâtiment. L'installation remplit toutes les conditions quant au contrôle de la qualité du gravillon (roches) et des mélanges de granulométries (béton minéral).

Résumé de la Revue.

J. AUTRES DEPENDANCES DE SURFACE

IND. **J 17** Fiche n. **62.830**

F. ROSENBERGER. Vollautomatische Waggon - Beladeanlage für Kalkstein. *Installation automatique pour chargement de calcaire sur des wagons.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1974, n. 5, p. 250/252, 5 fig.

L'auteur décrit une installation de chargement de wagons, entièrement automatique, capable de charger du calcaire sur une rame composée de 20 wagons en un temps record et sans causer une gêne due au bruit ou aux poussières pour les riverains, séparés seulement par une route servant à la circulation. La matière à charger est du calcaire d'une granulométrie de 0-80/100 mm. Le chargement se fait jusqu'ici à partir de 2 silos ronds en acier d'une capacité de 700 t. La durée de chargement de 2 wagons à la fois, y compris le temps de manoeuvre nécessaire, est de 2 minutes de sorte que la rame complète composée de 20 wagons égale à 500 t de calcaire est chargée en 20 min.

Résumé de la Revue.

IND. **J 18** Fiche n. **61.974**

F. Böhme. Überblick über Betriebsanlagen zum hydraulischen Feststofftransport. *Tour d'horizon des installations assurant le transport hydraulique de matières solides.* — **Neue Bergbautechnik,** 1973, n. 8, p. 567/570, 1 tabl.

Le procédé de transport hydraulique de matières solides connaît une audience croissante dans de nombreux pays, car il permet de résoudre des problèmes spécifiques en matière de transport. Malgré le grand nombre d'installations déjà en service, on n'est pas encore en mesure de déterminer de façon précise, pour chaque cas d'application, les paramètres comme la concentration de transport et la vitesse de déplacement. L'auteur en expose les raisons et énumère les motifs qui militent en faveur d'installations transportant de gros débits sur de grandes distances. Un tableau fournit une série assez complète d'exemples d'installations en donnant, pour chaque cas, les éléments les plus intéressants : débit des solides, débit volumétrique du mélange, rapport de mélange, vitesse de transport, diamètre du conduit, consommation énergétique spécifique, granulométrie des éléments transportés, longueur de l'installation.

Biblio. : 21 réf.

M. COMBUSTION ET CHAUFFAGE

IND. **M 3** Fiche n. **62.015**

R. RASCH. Zur Problematik der Klärschlamm-Verbrennung. *Les problèmes de l'incinération des boues* — **Aufbereitungs-Technik,** 1973, n. 9, p. 571/575, 8 fig., 3 tabl.

Suite à l'extension future des installations d'épuration des eaux usées, le débit de boues de curage augmentera dans la RFA de 18 millions de t/an à 38 millions de t/an. Ce n'est qu'une partie de la boue de curage qui peut être utilisée directement ou après un compostage. Etant donné que la boue de curage n'est pas inoffensive, en ce qui concerne l'hygiène de prophylaxie, il s'avère nécessaire de prévoir un traitement thermique ou l'incinération de la boue. Vu la forte teneur en eau, l'incinération directe de la boue de curage revient cher. Les calories dégagées par l'incinération des ordures peuvent servir au traitement de la boue de curage. Lorsqu'on prévoit pour la boue de curage des opérations distinctes de séchage et d'incinération, on peut soit valoriser soit incinérer la boue selon les débouchés possibles. Le séchage indirect avec condensation des buées est susceptible d'augmenter la capacité de séchage, également lorsqu'il s'agit de traiter en plus les excréments d'animaux. Dans le cas de l'incinération d'ordures et de boues dans un même four, il est plus avantageux, eu égard aux résidus stériles, d'injecter la boue divisée dans la chambre de combustion, indépendamment des ordures, que de procéder à l'enfournement et de mélanger la boue aux ordures.

Biblio. : 6 réf.

Résumé de la Revue.

IND. **M 52** Fiche n. **62.809**

J. VAN DER KOOIJ et A.J. ELSHOUT. The emission of nitrogen oxides by power stations. *Les émissions d'oxydes d'azote par les centrales électriques.* — **Het Ingenieursblad,** 1974, n. 10, p. 311/317, 7 fig., 3 tabl.

Les auteurs décrivent la formation d'oxyde d'azote lors des processus de combustion et s'étendent spécialement sur les facteurs qui ont une influence sur les émissions de NO_x par les centrales d'énergie. Des méthodes de réduction des émissions nocives sont discutées et l'attention est portée sur le gaz naturel qui, sans nuire au rendement, peut être considéré comme un combustible relativement propre.

Biblio. : 15 réf.

Résumé de la Revue.

IND. **M 53** Fiche n. **62.829**

T. KISTERS et H. HEBBEL. Emissionsbegrenzung an Abfallverbrennungsanlagen. Erfahrungen mit einer Pilotanlage fur die Schadgasbeseitigung. *Limitation d'émissions des installations d'incinération de déchets. Expériences faites avec une installation pilote pour l'élimination des gaz polluants.* — **Aufbereitungs-Technik,** 1974, n. 5, p. 229/233, 9 fig.

L'auteur communique les résultats des essais réalisés au moyen d'une installation pilote pour l'élimination des gaz polluants et il décrit la conception de l'installation expérimentale. Sont déterminés le degré de séparation de HCl en fonction du volume d'eau et de l'indice de pH, de la perte de pression, de la teneur en HCl des gaz bruts et le degré de séparation de SO_2 en fonction du volume d'eau et de l'indice de pH. Après dépouillement des résultats de mesure, une comparaison a été faite quant aux frais d'investissement et d'exploitation des 2 combinaisons d'installations de limitation des émissions.

Résumé de la Revue.

P. MAIN-D'OEUVRE, SANTE, SECURITE, QUESTIONS SOCIALES

IND. **P 32** Fiche n. **61.985**
H. SCHRAER. Neuere Entwicklungen auf dem Gebiet der Leistungsentlohnung im Steinkohlenbergbau. *Développements récents en matière de rémunération liée au rendement dans l'industrie charbonnière.* — **Glückauf,** 1973, n. 19, p. 965/969, 3 fig.

Comme dans toutes les autres industries, on a ressenti dans l'industrie charbonnière la nécessité d'étudier de nouvelles formes de rémunération liées au rendement, adaptées aux progrès techniques. Au 1er janvier 1973, en complément à la rémunération convenue, on a introduit le prix de tâche lié au salaire de base. L'auteur analyse successivement cette notion ainsi que 2 types de rémunérations : 1) rémunération par des primes liées au rendement, déterminées à l'aide de grandeurs de référence susceptibles d'être mesurées; 2) rémunération par des primes liées au rendement, déterminées au moyen de critères ramenés à l'individu.

Q. ETUDES D'ENSEMBLE

IND. **Q 1141** Fiche n. **61.960**
W. CARR et E. CHARLTON. Impressions of a visit to the Ruhr coalfield. *Impressions d'une visite au bassin charbonnier de la Ruhr.* — **The Mining Engineer,** 1973, août-septembre, p. 545/553, 3 fig., 3 tabl.

Le principal but de la visite en Ruhr était l'étude des techniques d'abandon des déchets de mine (pierres de lavoir + stériles) dans les travaux du fond. En RFA cependant, on considère que le remblayage des tailles à soutènement mécanisé n'est pas rentable. Dans une couche de 2,10 m d'ouverture, les frais d'exploitation sont accrus de 25 p. c. lorsque la taille est remblayée et non foudroyée. L'accumulation en surface des déchets de lavoir semble la solution la plus économique. A Walsum, on utilise aussi les stériles pour le remblayage des carrières en bordure du Rhin : le chargement se fait dans des barges spéciales. Enfin, les auteurs s'intéressent aux épis de remblai d'anhydrite en bordure des voies. Cette technique pourra faire progresser la mécanisation des bosseyements, car elle autorise une seconde utilisation de la voie et permet de contrôler les couches susceptibles d'inflammations spontanées. En annexe, on trouve un ensemble d'informations chiffrées relatives à la mine Walsum.

Biblio. : 4 réf.

IND. **Q 132** Fiche n. **62.808**
W. KREUTER. Rohgipsgewinnung im Untertagebau der Grube Obrigheim. *Extraction du gypse dans les travaux souterrains de la mine Obrigheim.* — **Zement, Kalk, Gyps,** 1974, n. 5, p. 222/225, 13 fig.

L'extraction pratiquée en galerie à Obrigheim, Neckar, concerne en général du gypse de calcaire coquillier en veine d'une puissance de 12 à 13 m. En taille (puissance de 4,5 m), le matériau extrait est destiné à la production de plâtre pour bâtiment. Des matières servant de constituants complémentaires en cimenterie sont extraites en gradins renversés (puissance de 7 à 8 m). L'auteur décrit les opérations de forage, de tir d'abattage, de chargement, de transport, de préparation et d'expédition. La production se situe aux environs de 1000 t/poste avec un personnel de 27 hommes au total, y compris l'atelier de fond.

Résumé de la Revue.

IND. **Q 132** Fiche n. **61.972**
X. Pyrenean talc deposit yields 220,000 t/year. *Le gisement de talc pyrénéen produit 220.000 t/an.* — **Rock Products,** 1973, août, p. 72/74.

Le gisement de la S.A. des Talcs de Luzenac est situé à environ 1800 m d'altitude sur les contreforts des Pyrénées; c'est la plus grande carrière de talc au monde et elle assure 90 % des besoins français et 40 % des besoins européens. Le filon de talc, d'une puissance variant entre 19 m et 30 m, est exploité par gradins successifs et à ciel ouvert. Le talc n'affleure pas et il faut chaque année enlever 2 millions de m3 de terrains de couverture. Ceci implique de gros travaux de forage et de tir : jusqu'à 4 t d'explosif par tir. Le talc, qui n'est pas une matière cohérente, est chargé par des excavatrices dans des wagonnets après un triage partiel. Ces wagonnets sont culbutés dans une trémie qui alimente les bennes (125 m3) d'un transporteur aérien assurant le déblocage de 1000 à 1300 t de talc/jour. L'usine de traitement est située dans la vallée à 4 miles de la carrière.

IND. **Q 132** Fiche n. **61.994**
R.K. DUNHAM. Some aspects of steep vein mining for fluorspar in the Peak District of Derbyshire. How development work and raising is carried out ? *Quelques aspects de l'exploitation de couches pentées de spath fluor dans le district Peak du Derbyshire. Comment procède-t-on pour les travaux préparatoires et les montages ?* — **Mine and Quarry,** 1973, septembre, p. 10/15, 5 fig. - octobre, p. 11/17, 10 fig.

I. L'exploitation du spath fluor a, ici, toujours été intimement liée à celle du plomb qui remonte

à l'époque romaine. A ce moment, le spath fluor n'était qu'un sous-produit et son exploitation intensive n'a vraiment démarré qu'au début du 20e siècle, au moment des développements des fours à sole pour la fabrication de l'acier. L'auteur esquisse la géologie régionale des gisements et définit les divers types de dépôts rencontrés : les minéraux constitutifs des couches comprennent la galène et plus exceptionnellement la sphalérite, le tout dans une matrice de spath fluor, de baryte et de calcite. Deux exploitations souterraines sont actuellement en activité et on utilise couramment 2 méthodes de dépilage : 1) l'exploitation par tranches de sous-étages, 2) le foudroyage " induit " du minerai. L'auteur examine le premier système aux points de vue découpe, matériel de forage, de chargement et de transport. II. L'augmentation rapide de la demande en spath fluor au cours des dernières années a entraîné une rapide expansion de la production et l'adoption de méthodes d'exploitation et d'équipements de plus en plus compliqués. Dans la deuxième partie de son article, l'auteur examine surtout les modes de creusement des galeries principales d'évacuation ainsi que les méthodes d'exploitation en usage (foudroyage en masse induit). Pour les cheminées, grâce à des sondeuses spéciales, on a pu adopter la méthode du forage de longs trous (30 m) parallèles : un de ces trous (le central) est alésé et les autres sont chargés et tirés par passes de 1,80 m à 6 m. Cette méthode est à la fois sûre et souple et l'auteur en fournit tous les détails.

Biblio. : 7 réf.

S. SUJETS DIVERS TECHNIQUES ET SCIENTIFIQUES

IND. **S 451** Fiche n. **61.977**

J. Mc QUAID et W. WRIGHT. The response of a hot wire anemometer in flows of gas mixtures. *La réponse d'un anémomètre à fil chaud dans des écoulements de mélanges gazeux.* — **Extrait de Int. J. Heat Mass Transfer,** p. 819/828, 4 fig., 2 tabl.

On décrit une étude de la mesure, au moyen de l'anémomètre à fil chaud, de débits de mélanges gazeux en régime turbulent. Etant donné l'absence d'une loi valable pour le transfert de chaleur d'un fil mince situé dans un écoulement gazeux possédant des propriétés variables, on a adopté une approche entièrement empirique. Le début du travail se rapporte au système air/CO_2, et il est démontré qu'un procédé d'étalonnage simple est possible. On fait une estimation pour déterminer le gaz valable comme marqueur pour les écoulements en régime turbulent, et l'on conclut que l'argon est préférable au dioxyde de carbone. On décrit alors le procédé de mesure de débits de mélanges air/argon en régime turbulent; l'arrangement optimum est constitué par un fil de gros diamètre opérant avec un faible rapport de surchauffe combiné avec un fil de faible diamètre opérant avec un rapport de surchauffe élevé.

Biblio. : 19 réf.

ANNALES DES MINES DE BELGIQUE — ANNALEN DER MIJNEN VAN BELGIE

Année 1974 — Jaar 1974

TABLE ALPHABETIQUE DES AUTEURS
ALFABETISCHE TAFEL VAN DE AUTEURS

Communiqué

« BERGBAU 76 » - Düsseldorf, 24 au 28 mai 1976

Le IXme Congrès Minier Mondial, qui sera organisé sur le thème « Industrie minière et Matières premières - Clé du Progrès », se déroulera du 24 au 28 mai 1976 à Düsseldorf. Les sujets traités sont :

1. Le rôle de l'industrie minière dans le cadre des économies nationales et mondiale.
   11. Contribution des différentes branches de l'industrie minière au produit national. (Effectifs, production, investissements etc. par rapport à l'ensemble de l'industrie).
   12. Interactions entre l'industrie minière et les autres branches de l'industrie. (Fournisseurs d'équipement minier, industries transformatrices, approvisionnement en matières premières pour assurer la croissance économique et l'augmentation de la production d'énergie; problèmes de structure, problèmes sectoriels et régionaux).
   13. Le commerce mondial de produits miniers. (Exportations et importations, contingents, droits de douane, accords commerciaux, etc.).
2. L'industrie minière et l'environnement.
   21. Amélioration des conditions de travail au fond. (Climat, maîtrise du grisou, lutte contre les poussières, le bruit, les vibrations, etc.).
   22. Dégâts miniers et remise en culture.
   23. Prévention de la pollution de l'air et de l'eau.
   24. Protection des gisements de ressources minérales.
3. Conception et exploitation des mines.
   31. Grandes mines à ciel ouvert.
   32. Nouveaux sièges d'extraction de grande capacité.
4. Progrès dans la concentration des exploitations.
   41. Technique de creusement.
   42. Technique d'abattage.
   43. Systèmes de desserte et de transport dans les mines.
5. Tables rondes.

Les experst qui proposent de présenter un rapport à ce congrès sont priés d'en adresser un résumé — 500 mots au maximum — si possible dans les trois langues du congrès avant le 30 avril 1975 au Secrétariat Général du IXme Congrès Minier Mondial, Steinkohlenbergbauverein, 4330 Essen 13 (Kray), Boîte Postale, République Fédérale d'Allemagne.

CONGRES UNICHAL 1975 - Paris, septembre 1975

L'Union Internationale des Distributeurs de Chaleur (UNICHAL), créée en 1954, groupe actuellement 77 entreprises de distribution de chaleur, membres actifs, et 8 organisations nationales, membres adhérents, appartenant aux 11 pays suivants : Autriche - Belgique - Danemark - Finlande - France - Italie - Pays-Bas - République Fédérale d'Allemagne - Royaume-Uni - Suède - Suisse.

L'Union a pour objet l'étude des divers problèmes concernant le développement de la distribution de la chaleur pour tous usages, au moyen de canalisations empruntant les voies publiques; parmi ces problèmes figure la production combinée de chaleur et d'électricité.

Les études sont menées au sein de comités, au nombre de six, chargés des sujets suivants : questions générales - canalisations - postes de raccordement - questions économiques et tarifaires - énergie nucléaire - nomenclature et statistiques.

Les Comités établissent, sur les sujets de leur compétence, des rapports qui sont discutés au cours des Congrès. Ceux-ci avaient lieu tous les ans, puis tous les deux ans, et étaient jusqu'à présent réservés aux seuls membres de l'Union.

Compte tenu de l'important développement pris par le chauffage urbain dans le monde, il a paru souhaitable d'organiser à l'avenir les Congrès Unichal de façon à permettre de plus larges échanges de vues entre personnalités et organismes de toute origine, affiliés ou non à l'Association, mais portant intérêt à son objet.

Un premier essai de ce genre sera fait à l'occasion du prochain Congrès de Paris en 1975.

Il aura lieu dans la ville même de Paris. Le lieu et la période exacte en septembre seront fixés ultérieurement. Le Congrès se déroulera en deux parties distinctes, l'une réservée aux membres de l'Unichal, l'autre ouverte à tous.

Le thème général adopté s'énonce comme suit : « Les possibilités techniques de développement du chauffage

urbain. Effets sur les installations de poduction, de distribution et d'utilisation de la chaleur ». Les sujets abordés seront groupés en deux grandes divisions :

— Questions de système.

— Questions de technique d'installations.

Une journée et demie sera consacrée à la discussion sur le thème technique proposé et une demi-journée à la visite d'installations techniques de la région parisienne; le dernier jour sera consacré à un circuit touristique avec visites techniques.

En principe, les rapports ne seront pas lus au cours des réunions. Ils seront groupés par divisions et feront l'objet d'une analyse présentée par des rapporteurs généraux.

Les rapports des auteurs dans la langue d'origine avec un résumé dans les langues du Congrès (français, anglais, allemand), ainsi que les rapports généraux dans les trois langues seront diffusés avant le Congrès. Les débats auront lieu avec traduction simultanée dans les trois langues.

Pour tous renseignements complémentaires et inscription, prière de s'adresser à : Secrétariat de l'UNICHAL, 185, rue de Bercy, 75012 Paris.

Imprimerie Robert LOUIS, s.p.r.l., rue Borrens 35-43, 1050 Bruxelles
Drukkerij Robert LOUIS, p.v.b.a., Borrensstraat 35-43, 1050 Brussel